leitos arenosos situados (com interposição de camadas argilosas) no subsolo da cidade do México, exploração destinada ao abastecimento da cidade.

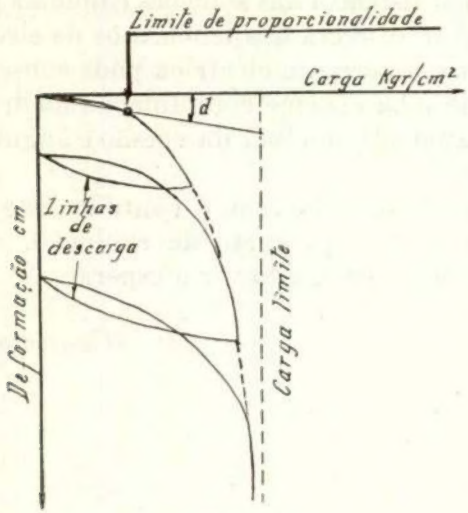


Fig. 46

Os assentamentos em alguns pontos atingiram 3 metros com gravíssimos prejuízos.

34 — Compressão não limitada

Um outro método de estudo da compressibilidade de solos consiste em ensaiar cilindros sem aplicar coacções laterais. Além da resistência à compressão Q, este ensaio fornece ainda a resistência ao corte desde que se conheça o ângulo de atrito pelo exame dos planos de ruptura.

A fig. 46 mostra as curvas de carga e descarga numa amostra.

No início da carga os ramos de histérese são paralelos. O módulo de elasticidade fica sensìvelmente constante até um certo ponto (limite de proporcionalidade).

As formas de ruptura observadas apresentam-se em três grupos bem distintos. No primeiro, forma-se um ou vários planos de escorregamento, sensìvelmente tangentes a um cone de revolução de eixo vertical.

Como o ângulo de tensão principal mais forte vertical com o plano de atrito é $\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}$ pode-se ter uma maneira de medir o ângulo de atrito interno φ. Mas este valor citado só vale para corpos isótropos, podendo portanto conduzir a erros, que se agravam se existirem planos de xistosidade.

Esta forma de ruptura aparece muitas vezes nas argilas não plásticas e nas argilas plásticas compactas.

Nas argilas muito plásticas aparece uma segunda forma de ruptura, por dilatação indefinida da amostra.

A terceira forma de ruptura, cuja explicação não é bem conhecida, faz-se por separação do material em segmentos verticais e radicais.

35 — Assentamentos em terrenos arenosos

Ao passo que, como vimos, o assentamento em terrenos argilosos é principalmente devido a fenómenos de consolidação, o caso das areias apresenta-se diferente. Aqui, os assentamentos são devidos a fenómenos de corte, e os seus valores, em casos normais de carga, são inferiores em muito aos obtidos nas argilas.

Não é conhecida ainda uma predição dos assentamentos devidos ao corte. Contudo, conhecido o ângulo de atrito interno, pode-se ajuizar das condições de segurança pela análise dos diagramas de distribuição de esforços de corte (fig. 28).

Muitas vezes é necessário que a carga seja feita lentamente, para permitir o gradual ajustamento do terreno às tensões de corte que se vão desenvolvendo, permitindo assim uma maior carga.

O estudo pode conduzir-se por dois métodos, a que nos referiremos quando tratarmos das fundações. Um deles baseia-se na realização e interpretação de ensaios de carga directos mediante certas precauções importantes. O outro recorre a fórmulas, como a de Prandtl-Caquot, deduzidas da teoria da plasticidade, e permitindo o traçado da curva de escorregamento.

36 — Efeitos da temperatura

A um aumento ou diminuição de temperatura corresponde um aumento ou diminuição de compressibilidade. A duração da consolidação diminui com o aumento de

temperatura, porque esta provoca um aumento do coeficiente de permeabilidade. O índice de vazios pode variar assim, por acção da temperatura, de cerca de 1/5 da variação devida à carga, o que está longe de ser desprezável.

37 — Estado coloidal dos solos

Já vimos que os grãos de argila atingem diâmetros microscópios; aqueles de dimensões compreendidas entre 2 e 1 microns formam verdadeiras soluções coloidais, e se o diâmetro descer abaixo de 0,6 microns, então tem lugar nìtidamente movimentos brownianos.

Estas suspensões coloidais tem um enorme poder aglomerante, superior à do cimento em certos casos.

A consistência das soluções coloidais pode ser muito directa dos fenómenos de electrólise Uma corrente eléctrica pode conseguir mesmo uma enorme consolidação da argila, com aumento notável da coesão e ângulo de atrito.

Não desenvolveremos contudo este assunto, ainda em curso de evolução, e do qual muito parece haver a esperar.

(Continua)

PROCESSOS UNITÁRIOS DA QUÍMICA ORGÂNICA

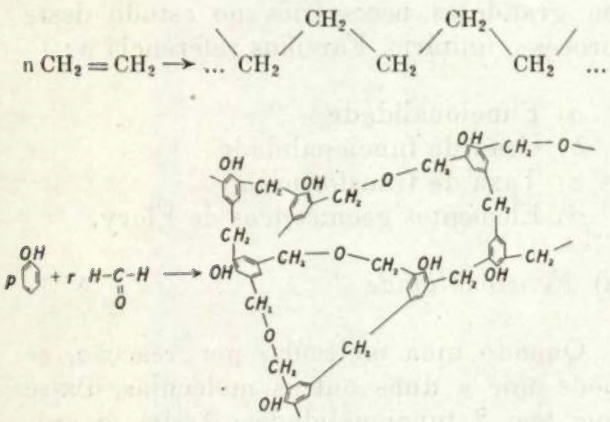
POLIMERIZAÇÃO

PELO ENG.º QUÍMICO-INDUSTRIAL MANUEL CHAGAS ROQUETTE

(Assistente do I. S. T)

C. D. 661.73

A polimerização é um processo unitário em que, moléculas idênticas ou diferentes se unem, produzindo moléculas de elevado peso molecular (macromoléculas):



Normalmente não se consideram dentro do âmbito deste processo unitário certas reacções, que conduzem à formação de polímeros de baixo peso molecular (obtenção da dicianamida, trimerização do acetileno...).

Juntamente e simultâneamente com os mecanismos de polimerização surgem, muitas vezes, outros processos unitários: esterificação (poli-esterificações), alquilação (poli-alquilações), deshidratação (em certas poli-condensações). Poderia prever-se portanto, uma certa interdependência entre os factores que influenciam aqueles mecanismos e os que actuam na polimerização. Mas a polimerização é um processo suficientemente violento e enérgico para dominar os outros processos unitários, que simultâneamente se realizem.

As macromoléculas obtidas por polimerização têm pesos moleculares muito variáveis, mas normalmente, nunca inferiores a 5.000 unidades, podendo atingir milhões de unidades.

É precisamente esta possibilidade de síntese de moléculas de peso molecular elevado, que faz da polimerização um processo unitário orgânico de características tão tìpicamente vincadas, e de aplicação industrial cada vez maior.

I — Generalidades

1 — Definições

Entende-se por *monómero* o mais simples agregado molecular, que reagindo com outros agregados moleculares idênticos ou maiores, mas do mesmo tipo, conduz por polimerização, a macromoléculas. O monómero pode ser constituído por uma só molécula ou resultar da reacção de 2 ou mais moléculas. A macromolécula designa-se por *polímero*. Chama-se *mero* a unidade de cadeia do polímero. O monómero pode coincidir, quantitativamente com o mero, e apenas diferir deste no grau de saturação. Chama-se *molécula monomérica* a qualquer das moléculas reagentes simples, que contribue para a formação do monómero.

Muitas vezes a molécula monomérica coincide com o próprio monómero.

Assim, quando se obtém o Neopreno, a partir da cloroprena, por polimerização:

$$n\,CH_2=\underset{\underset{Cl}{|}}{C}=CH=CH_2 \rightarrow$$

$$\rightarrow \left[-CH_2-\underset{\underset{Cl}{|}}{C}=CH-CH_2-\right]_n$$

o monómero, a molécula monomérica e o mero são respectivamente:

$$CH_2=\underset{\underset{Cl}{|}}{C}-CH=CH_2$$

monómero e molécula monomérica

$$-CH_2-\underset{\underset{Cl}{|}}{C}=CH-CH_2-$$

mero

Consideremos agora um exemplo (formação dum Thiokol), em que o monómero é constituído pelo produto da reacção de mais de uma molécula:

$$CH_2Cl-CH_2Cl + \begin{array}{l} S<\begin{array}{l}S\\Na\end{array} \\ | \\ S<\begin{array}{l}Na\\S\end{array}\end{array} \rightarrow$$

$$Cl-CH_2-\overset{\overset{S}{\|}}{S}-\overset{\overset{S}{\|}}{S}-CH_2-Na + ClNa$$

$$n\,Cl-CH_2-\overset{\overset{S}{\|}}{S}-\overset{\overset{S}{\|}}{S}-CH_2-Na \rightarrow$$

$$\rightarrow Cl\left(-CH_2-\overset{\overset{S}{\|}}{S}-\overset{\overset{S}{\|}}{S}-CH_2-\right)_n-Na+$$
$$+(2_n-1)\,ClNa$$

No caso apontado, as moléculas monomé-ricas, o monómero e o mero são respectivamente:

$$CH_2Cl-CH_2Cl \text{ e } \begin{array}{l} S<\begin{array}{l}S\\Na\end{array} \\ | \\ S<\begin{array}{l}Na\\S\end{array}\end{array}$$

moléculas monoméricas

$$Cl-CH_2-\overset{\overset{S}{\|}}{S}-\overset{\overset{S}{\|}}{S}-CH_2-Na$$

monómero

$$CH_2-\overset{\overset{S}{\|}}{S}-\overset{\overset{S}{\|}}{S}-CH_2-$$

mero

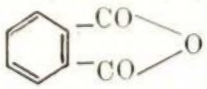
2 — Elementos de polimerização

Sob esta designação entende-se elementos ou grandezas necessários no estudo deste processo unitário. Faremos referência a:

a) Funcionalidade
b) Grau de funcionalidade
c) Taxa de transformação
d) Elementos geométricos de Flory.

a) *Funcionalidade*

Quando uma molécula, por reacção, se pode unir a duas outras moléculas, diz-se que tem 2 funcionalidades. Assim, o anidrido ftálico, reagindo com a glicerina (poli-esterificação) comporta-se com um composto com 2 funcionalidades, enquanto esta última apresenta 3 funcionalidades:



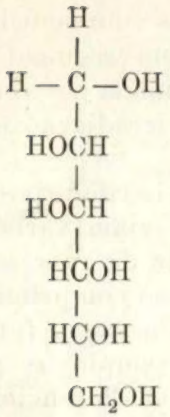
2 funcionalidades

$CH_2OH-CHOH-CH_2OH$ 3 funcionalidades

O pentaeritrol, por exemplo, apresentará 4 funcionalidades, o manitol 6 funcionalidades:

$$\begin{array}{c} CH_2OH \\ | \\ CH_2OH-C-CH_2OH \\ | \\ CH_2OH \end{array}$$

4 funcionalidades



6 funcionalidades

Quando uma molécula com n funcionalidades se combina, por uma ligação simples, com uma molécula com m funcionalidades, deixam de existir 2 funcionalidades (uma de cada molécula), e o número total de funcionalidades passa a ser $n + m - 2$.

2 moléculas com 1 funcionalidade cada uma não se podem polimerizar. Quando muito, dimerizam-se se forem idênticas.

Não se julgue, no entanto, que a noção de funcionalidade está ligada sempre à de função. Um exemplo servirá para esclarecer: a polimerização do etileno (formação do poli-etileno). O etileno ($CH_2 = CH_2$) combina-se com outra molécula de etileno, e a molécula de butena assim obtida vai reagir com nova molécula, que, por sua vez, torna a reagir. Esta polimerização tem, pois, em face da definição dada inicialmente, 2 funcionalidades:

$$CH_2 = CH_2 + CH_2 = CH_2 \rightarrow$$
$$\rightarrow CH_2 = CH - CH_2 - CH_3$$

$$CH_2 = CH - CH_2 - CH_3 + CH_2 = CH_2 \rightarrow$$
$$\rightarrow CH_2 = CH - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$$

Uma substância pode ainda apresentar-se com diferentes funcionalidades, conforme as condições da reacção. Por exemplo, o acetileno polimeriza-se dando o benzeno ou o octatetreno:

$$3\ CH \equiv CH \longrightarrow$$

$$4\ CH \equiv CH \longrightarrow$$

e nestas condições tem apenas 2 funcionalidades; ou pode polimerizar-se dando um polímero de elevado peso molecular (o cupreno):

$$n\ CH \equiv CH \longrightarrow (CH)_{2\,n}$$

e tem, então, mais de 2 funcionalidades.

Para se obter um polímero de cadeia espacial (a 3 dimensões) a polimerização tem de se efectuar, necessàriamente, à custa de moléculas com 3 ou mais funcionalidades.

b) *Grau de funcionalidade*

Define-se grau de funcionalidade como sendo o número médio de funcionalidades por molécula monomérica.

c) *Taxa de transformação*

Chama-se taxa de transformação p a fracção das funcionalidades que reagiram. Isto é, se:

F_0 = número total de funcionalidades no início da polimerização

F_1 = número total de funcionalidades no fim da polimerização

Será:

$$p = \frac{F_0 - F_1}{F_0} \qquad 0 < p < 1$$

Como corolário:

$\lim_{\overline{DP} \to \infty} p = 1$ $\overline{DP}$ = grau de polimerização (número de meros por cadeia)

a taxa de transformação tenderá para 1, quando como produto da polimerização se obtiverem apenas moléculas infinitas (na prática, de peso molecular muito elevado).

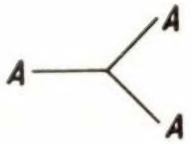
d) *Elementos geométricos de Flory*

Flory nos seus estudos sobre polimerização, emprega uma simbologia especial.

A uma molécula monomérica com 2 funcionalidades atribue a representação:

$$A \text{ —— } A$$

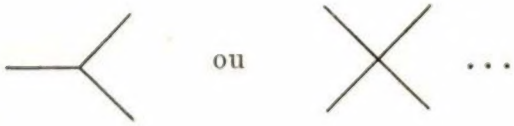
A uma molécula monomérica com 3 funcionalidades:



e assim sucessivamente:

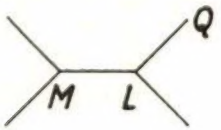
molécula monomérica
com 4 funcionalidades ...

Para se efectuar uma polimerização espacial é necessária a existência de moléculas com 3 ou mais funcionalidades, as quais fornecerão elementos para a cadeia, que se representam por:



e se designam por *grupos de irradiação* (branch units).

À parte da molécula ($\overline{ML}$) comum a 2 grupos de irradiação, ou que contém ($\overline{LQ}$) um terminal livre, com uma funcionalidade por reagir, chama-se *segmento de cadeia* (chain-section), e tem por representação um segmento de recta:



O número de segmentos de cadeia, duma dada macromolécula designa-se por *complexidade molecular*.

Chama-se *nó de irradiação* (branch point) ao ponto donde divergem os 3 ou mais segmentos de cadeia, que constituem o grupo de irradiação.

Entende-se por *nó livre* (unreacted terminal), a extremidade dum segmento de cadeia com uma funcionalidade por reagir.

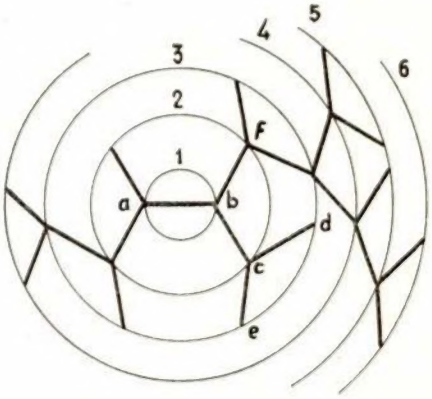
Ao conjunto dos nós de irradiação e nós livres designa-se por *nós*.

Ainda que, na realidade, os comprimentos dos segmentos de cadeia sejam variáveis, admite-se para simplicidade de representação que todos têm o mesmo comprimento.

Suponhamos que moléculas com 3 funcionalidades (um triol, por exemplo) se polimerizam com moléculas com 2 funcionalidades (por exemplo, um diácido orgânico) e se obtém macromoléculas com cadeias espaciais.

Consideremos o desenvolvimento duma dessas cadeias, a partir dum segmento de cadeia qualquer. À curva que une os 2 nós desse segmento, à curva que une os nós que estão ligados aos nós anteriores por segmentos de cadeia, e assim sucessivamente, chamam-se *curvas de Flory*. As curvas de Flory representam-se simbòlicamente por circunferências concêntricas.

Uma cadeia do tipo da cadeia exemplificada teria a seguinte representação geométrica:



Curvas de Flory

Nesta representação (em que se admitiu uma determinada hipótese de desenvolvimento da cadeia do polímero) $\overline{a-b}$ é o segmento de cadeia que se considerou como início do desenvolvimento (obtido à custa da reacção duma molécula com 3 funcionalidades com outra com 2 funcionalidades); $\overline{b-c}$, $\overline{b-f}$, $\overline{c-e}$ ... são outros segmen-

tos de cadeia, *a b f c* e *b c e d* constituem grupos de irradiação, *a*, *b*, *c* ... são nós de irradiação, e *e*, *d* nós livres...

As curvas de Flory estão designadas pelos números de 1 a 6.

A cadeia desenhada, segundo as convenções estabelecidas pode ainda definir-se pelos chamados *números de Flory* (number of branch-points), que indicam a quantidade de nós de irradiação, que se encontram da periferia para o centro, sobre as várias curvas de Flory.

No caso exemplificado, os números de Flory seriam:

0, 1, 2, 2, 3, 2.

Em qualquer polimerização espacial, o primeiro número de Flory é *0* e último 2, como é evidente.

3 — Estructura dos Polímeros Sintéticos

a) *Espectrografia*

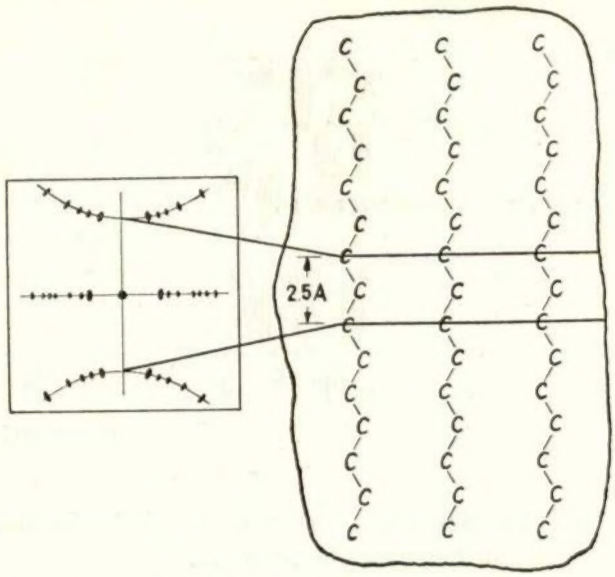
Os meios mais potentes de que se dispõe para o estudo das cadeias e estructura dos polímeros de elevado peso molecular são os espectros de raios X e de difusão electrónica.

Esses espectros não fornecem directamente a imagem da estructura do polímero, mas sim uma imagem que está relacionada com aquela estructura, e que necessita de ser esclarecida e interpretada à luz de técnicas especiais.

Entre as contribuições que se devem, quase exclusivamente, a estes meios, conta-se o ter-se estabelecido que a estructura do polietileno é formada por cadeias complanares de linhas quebradas (considerando linhas constituídas pelos segmentos que unem os átomos de C da mesma cadeia).

Igualmente grande tem sido a contribuição da interpretação de espectros de raios X e electrónico para o estudo de polímeros de cadeia espacial (desenvolvida a 3 dimensões no espaço).

Porque estes processos, ainda que muito poderosos, só por si não são capazes de nos fornecer a imagem tanto quanto possível exacta, da estructura destas macromoléculas, recorre-se ao estudo das propriedades mecânicas e ópticas, e em especial, ao estudo



O Espectro e a estructura do poli-etileno

das propriedades químicas, a fim de melhor se conhecer a estructura dos polímeros de elevado peso molecular.

b) *Desenvolvimento e tipo de cadeias*

Sabe-se hoje que os polímeros de elevado peso molecular se apresentam com 3 tipos fundamentais e diferentes de desenvolvimento de cadeia:

A) cadeias com zonas cristalinas (cristalites) orientadas numa mesma direcção

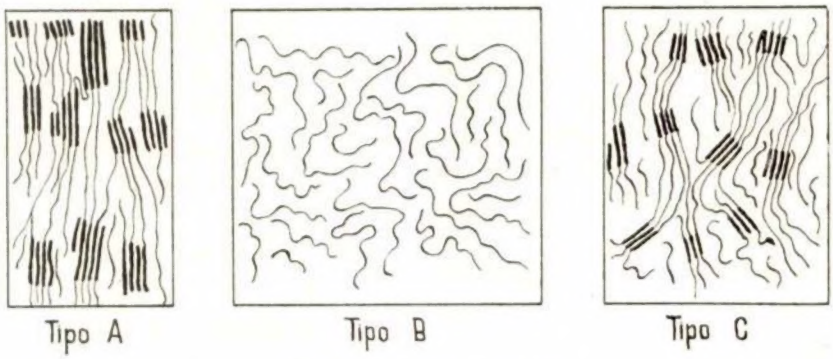
B) cadeias dispostas em estructura amorfa

C) cadeias ainda com zonas cristalinas (cristalites), mas com estas orientadas em direcções muito variadas.

O arranjo A é típico das *fibras* naturais ou sintéticas (Nylon...), e confere aos materiais tenacidade e grande resistência em esforços de tracção.

A estructura B é característica dos materiais do tipo da borracha natural e borrachas sintéticas *(elastómeros)*, quando no estado de repouso não estão submetidas a qualquer esforço. Quando um elastómero é

submetido a um esforço de tracção, adquire uma certa rigidez e a sua estructura apresenta-se sob o tipo C. Esta categoria de substâncias caracteriza-se, mecânicamente, pela sua elevada elasticidade.



Desenvolvimento da cadeia

Finalmente exibem a estructura C uma importante categoria de polímeros de elevado peso molecular e de características químicas muito variáveis, que, uma vez moldados sob a acção da temperatura e da pressão, fornecem substâncias mais ou menos rígidas *(plásticos)*.

Estas distinções e domínios não são, de modo algum rígidos. Assim, determinadas substâncias podem apresentar-se com uma ou outra destas estructuras. Por exemplo, o cloreto de polivinilo, conforme o processo de obtenção, tanto pode fornecer substâncias plásticas, como um elastómero artificial ou ainda uma fibra sintética.

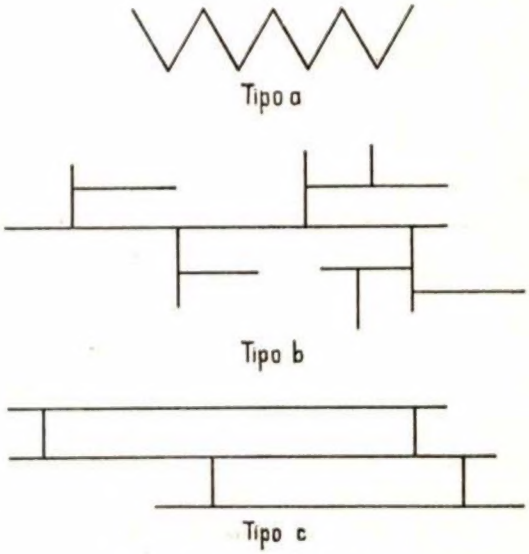
As cadeias dos polímeros podem ainda apresentar-se sob 3 tipos fundamentais:

a) cadeia com desenvolvimento linear (normalmente complanar)

b) cadeia linear mas ramificada (normalmente complanar)

c) cadeia com estructura cerrada (normalmente espacial, isto é, com um desenvolvimento a 3 dimensões)

O tipo c) de cadeia corresponde a uma maior insolubilidade, maior densidade e mais alto ponto de amolecimento. Uma mesma substância química (natural ou sintética) polimerizada pode apresentar um ou outro destes tipos de cadeia. Assim, a borracha natural antes de vulcanizada apresenta uma cadeia do tipo b): trata-se dum produto com fraca resistência ao calor



Tipos de cadeia

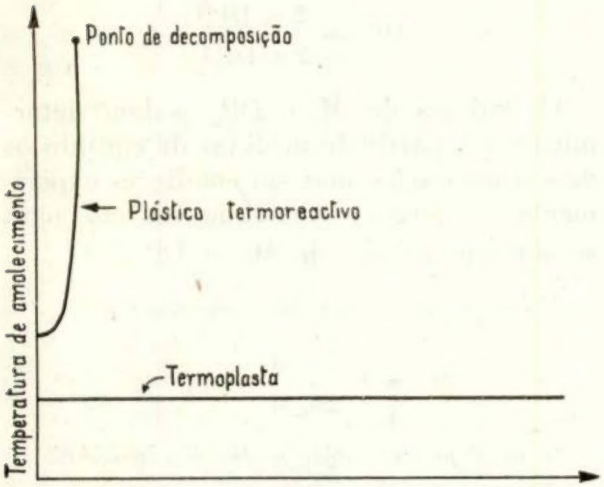
e dissolventes. Por vulcanização adquire uma estructura do tipo c) (os átomos de S vão efectuar o encerramento da cadeia) e, consequentemente, uma maior resistência ao calor e dissolventes.

As substâncias plásticas apresentam, ou cadeias lineares (tipos a) e b) (substâncias termoplásticas ou termoplastas) ou cadeias cerradas, espaciais (substâncias plásticas termoreactivas ou plásticos termoreactivos).

Os termoplastas apresentam uma solubilidade muito maior perante os dissolventes orgânicos do que os termoreactivos (que são insolúveis na grande maioria dos dissolventes orgânicos, se exceptuarmos os alcoois que os solubilizam). Têm ainda as substâncias termoplastas um ponto de amolecimento e uma resistência aos agentes de corrosão muito menores do que os plásticos termoreactivos.

Mas o que distingue fundamentalmente estas 2 categorias de plásticos é o seu comportamento perante o calor, facto que tem a maior importância no seu processo de fabrico (em especial no tipo de moldação) e na utilização posterior do material plástico.

Assim, os plásticos termoreactivos por



acção do calor e da pressão fundem e são moldados.

Esta modificação nas suas propriedades corresponde a uma transformação química profunda da estructura da cadeia do plástico termoreactivo. Porém, se quisermos novamente moldar a peça plástica termoreactiva, esta decompõe-se. Estamos em presença duma transformação irreversível.

Pelo contrário, as substâncias termoplásticas podem ser moldadas e remoldadas, por acção do calor e da pressão, indefinidamente, quando, é evidente, não se atingir o ponto de decomposição.

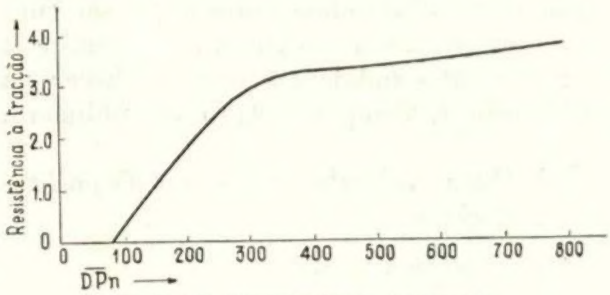
A moldação não corresponde agora, a uma transformação tão profunda como para os termoreactivos. Uma peça moldada de termoplasta pode novamente ser moldada. Trata-se dum fenómeno reversível.

4 — Elementos caracteristicos das cadeias poliméricas

As características dos polímeros sintéticos e, portanto as suas aplicações dependem essencialmente de:

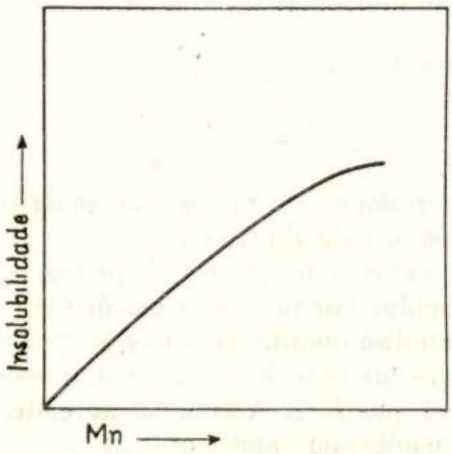
a) natureza química do mero
b) natureza química dos grupos terminais do polímero
c) comprimento e distribuição das cadeias de polímeros.

Esta última característica é de todas, a que mais importância tem. Ela vai influ-



Variação da resistência à tracção

enciar quase todas as propriedades do polímero.



Variação da insolubilidade

Assim, muitas propriedades mecânicas, o índice de refracção, algumas características eléctricas e a insolubilidade aumentam com o comprimento das cadeias do polímero.

Viu-se já que os meios mais potentes, de que se dispõe para o estudo da estructura

dos polímeros de elevado peso molecular (espectros de raios X e electrónicos), não permitem uma determinação directa e suficientemente clara de estructura dos polímeros de elevado peso molecular.

Recorre-se então a determinados elementos, que nos fornecem uma ideia de comprimentos médios das cadeias de polímeros e da sua distribuição:

a) pesos moleculares e graus de polimerização;

b) curvas de distribuição dos pesos moleculares.

O conhecimento do comprimento das cadeias e da distribuição destas, juntamente com ensaios estandartizados a que são submetidos os polímeros sintéticos, permite já ter elementos suficientes para conhecer da aplicação e comportamento do polímero.

a) *Pesos moleculares e graus de polimerização*

Peso molecular médio

$$\overline{M}_n = \frac{\Sigma n_i M_i}{\Sigma n_i}$$

n_i = número de macromoléculas do tipo i, do peso molecular igual a M_i.

Grau de polimerização médio

$$\overline{DP}_n = \frac{\Sigma n_i DP_i}{\Sigma n_i}$$

DP_i = número de meros que constituem a macromolécula do tipo i.

Os valores de M_n e DP_n podem ser determinados por processos osmóticos e ainda pela análise quantitativa dos grupos terminais das macromoléculas, quando essa análise for possível. Assim, se as cadeias de macromoléculas apresentarem um grupo terminal $-C\begin{smallmatrix}O\\OH\end{smallmatrix}$ este pode formar-se por titulação ou sob a forma de sal de prata; se tiverem um grupo terminal $-NH_2$, o doseamento pode efectuar-se pela medida do volume de N_2 libertado, por acção do nitrito de sódio em meio ácido e sequente decomposição pela água.

Peso molecular quadrático médio

$$\overline{M}_\omega = \frac{\Sigma n_i DP_i^2}{\Sigma n_i DP_i}$$

Grau de polimerização quadrático médio

$$\overline{DP}_\omega = \frac{\Sigma n_i DP_i^2}{\Sigma n_i DP_i}$$

Os valores de $\overline{M}_\omega$ e $\overline{DP}_\omega$ podem obter-se por processos ópticos (dispersão de luz) e de sedimentação, sob certas condições experimentais.

Peso molecular médio Z

$$\overline{M}_z = \frac{\Sigma n_i M_i^3}{\Sigma n_i M_i^2}$$

Grau de polimerização Z

$$\overline{DP}_z = \frac{\Sigma n_i DP_i^3}{\Sigma n_i DP_i^2}$$

Os valores de $\overline{M}_z$ e $\overline{DP}_z$ podem determinar-se a partir de medidas de equilíbrios de sedimentação, mas em condições experimentais diferentes das que servem para se obterem valores de $\overline{M}_\omega$ e $\overline{DP}_\omega$.

Peso molecular médio de viscosidade

$$\overline{M}_v = \left(\frac{\Sigma n_i M_i^{a+1}}{\Sigma n_i M_i}\right)^{1/a}$$

Grau de polimerização médio de viscosidade

$$\overline{DP}_v = \left(\frac{\Sigma n_i DP_i^{a+1}}{\Sigma n_i DP_i}\right)^{1/a}$$

a = constante que depende do equilíbrio dissolvente-polímero. Quando *a* tende para 1:

$$\lim_{a \to 1} \overline{M}_v = \overline{M}_\omega$$

$$\lim_{a \to 1} \overline{DP}_v = \overline{DP}_\omega$$

Os valores de $\overline{M}_v$ e $\overline{DP}_v$ determinam-se por medidas especiais de viscosidade.

Nos polímeros sintéticos de elevado peso molecular, que se encontram no comércio:

$$1{,}5 < \frac{\overline{M}_\omega}{\overline{M}n} < 2{,}5$$

$$2{,}5 < \frac{\overline{M}_z}{\overline{M}_n} < 4$$

Flory, baseado na teoria estatística, demonstrou que, quando a polimerização conduz à formação, apenas, de cadeias de comprimento infinito, isto é, quando:

$$\lim_{\overline{DP}n \to \infty} p = 1$$

se verificam as relações:

$$\lim_{\overline{DP}n \to \infty} \frac{\overline{M}_\omega}{\overline{M}_n} = 2 \qquad \lim_{\overline{DP}n \to \infty} \frac{\overline{M}_z}{\overline{M}_n} = 3$$

Quanto mais homogéneo for o polímero menor será o afastamento entre os valores de $\overline{M}_n$, $\overline{M}_\omega$, $\overline{M}_z$ e $\overline{M}_v$.

No entanto é preciso frisar que a homogeneidade perfeita é impossível alcançar-se.

A fim de se ter uma ideia da divergência que existe sempre entre os diferentes valores médios de peso molecular, desde que haja uma ligeira variação entre a homogeneidade real e uma homogeneidade perfeita, vejamos um simples exemplo numérico.

Consideremos uma mistura de 2 substâncias perfeitamente homogéneas (A e B) e com os seguintes pesos moleculares:

$$M_A = 20.000$$
$$M_B = 80.000$$

Numa mistura em que exista (% em peso):

A — 50 %
B — 50 %

Teremos os seguintes números para os valores médios de pesos moleculares (calculados a partir das fórmulas atrás indicadas):

$$\overline{M}_n = 32.000$$

$$\overline{M}_\omega = 50.000$$

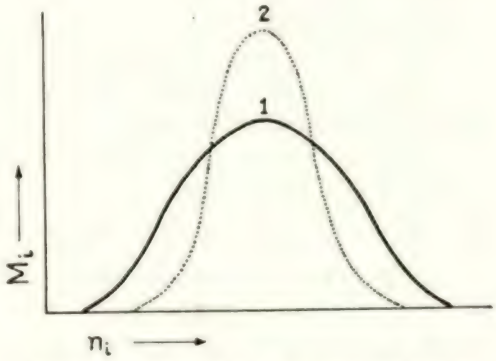
$$\overline{M}_z = 68.000$$

$$\overline{M}_v \begin{cases} a = 0{,}5 & 45.000 \\ a = 1 & 50.000 \\ a = 1{,}5 & 54.510 \end{cases}$$

Mesmo para um determinado tipo de valor médio de peso molecular (por exemplo $\overline{M}_n$), os diferentes métodos de determinação conduzem a valores sempre divergentes e por vezes muito afastados. Este facto explica-se pela imprecisão desses mesmos métodos e, principalmente, pelo facto de eles serem utilizados em condições mais ou menos diferentes daquelas para que foram idealmente estabelecidas as fórmulas de aplicação.

b) *Curvas de distribuição do peso molecular*

Apenas o conhecimento dos valores médios do peso molecular ou do grau de polimerização não pode dar uma ideia suficiente da distribuição das cadeias de comprimento variável das macromoléculas. Consideremos representada gràficamente o número n_i de cadeias dum determinado



Curvas de distribuição do peso molecular

tipo i, em função do seu peso molecular médio M_i. Obtém-se o que se chama a curva de distribuição dos pesos moleculares.

Estas curvas podem estabelecer-se, por exemplo, por processos de ultra centrifugação, ou mais grosseiramente, por métodos de dissolução fraccionada ou precipitação fraccionada. Para ter uma ideia da sensibilidade destes métodos, pode indicar-se que, para pesos moleculares da ordem de 5×10^4, as medidas de ultra centrifugação permitem agrupar os pesos moleculares em escalões diferindo entre 2×10^3 e 5×10^3.

Dois polímeros podem ter o mesmo valor médio de peso molecular e composição muito

diferente: assim, as curvas de distribuição dos pesos moleculares designadas por 1 e 2, correspondem a polímeros com o mesmo valor médio de M_i e com estruturas diferentes. O polímero a que diz respeito a curva 2 tem uma homogeneidade muito maior.

As curvas de distribuição dos pesos moleculares, têm grande interesse no controle da qualidade e da produção de materiais plásticos de síntese.

Normalmente, na produção de qualquer polímero sintético convém eliminar as fracções de menor peso molecular. De facto estas fracções são as mais voláteis e solúveis e portanto aquelas que conferem ao material piores qualidades, em geral. O fabrico é conduzido de modo a obter-se um produto tão homogéneo quanto possível, e se necessário procede-se à eliminação das fracções mais leves do polímero, por dissolução, lavagem.

5 — Ensaios estandartizados de polímeros

À grande diversidade de aplicações dos polímeros sintéticos corresponde um número muito variado de características e ensaios (mecânicos, térmicos, eléctricos, de corrosão e comportamento do material), de que existem normas estandartizadas.

Destas normas as mais empregadas são:

A. S. T. M. — da American Society for Testing Materials
A. S. M. E. — da American Society of Mechanical Engineering
B. S. S. — do British Standards Institute

Existe, ainda, um conjunto de característiscas e ensaios, também estandartizados, cujo conhecimento se torna indispensável para a determinação das técnicas e possibilidades de fabrico do material.

a) *Características e ensaios mecânicos*

Peso específico e volume específico
Resistência à tracção
Resistência à compressão
Comportamento elástico
Módulo de elasticidade
Resistência à flexão
Resistência ao choque
Elongação e histerésis
Resistência à torção
Dureza
Resistência de película

b) *Características e ensaios térmicos*

Temperatura de utilização
Temperatura de amolecimento. Temperatura de decomposição
Condutibilidade térmica.
Distorção pelo calor
Dilatibilidade térmica

c) *Características e ensaios eléctricos*

Resistividade eléctrica
Constante dieléctrica
Factor de potência

d) *Características e ensaios que interessam para o fabrico*

Comportamento durante a moldação. Contracção à moldação
Fluidez
Possibilidade de coloração

e) *Características e ensaios de corrosão e comportamento do material*

Solubilidade em dissolventes orgânicos
Resistência aos agentes de corrosão (em especial aos ácidos, às bases e aos óleos)
Absorção de água
Ensaios de envelhecimento. Comportamento perante a luz, agentes atmosféricos e calor.

Estes ensaios são muito variáveis conforme o tipo de material, e o fim a que este se destina.

Assim, as características que se apresentaram como exemplo do tipo d) interessam principalmente para as substâncias plásticas; os ensaios de elasticidade terão principalmente interesse para as substâncias elásticas; um material plástico a utilizar para artigos de electricidade exigirá o conhecimento das suas principais características eléctricas . . .

(Continua)

Diferenciação de pavimentos de estradas e de pistas de aviação

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) J. M. SEGURO
(da Direcção Geral da Aeronáutica Civil)

C. D. 625.731 + 629.139.1

Introdução

A concepção dos pavimentos de pistas de aviação tem acompanhado a evolução da técnica de construção rodoviária de que é, por assim dizer, um caso particular. Na actualidade a preferência dos técnicos recai sobre os pavimentos de tipo elástico por motivos fundamentados que recentemente foram objecto de divulgação entre nós num trabalho de autoria do Eng.º J. Canto Moniz (1).

A aceitação de pavimentos do tipo elástico em pistas de aviação obriga contudo a cuidados *diferentes* dos exigidos em estradas dadas as características próprias de funcionamento de cada uma das estruturas. Na realidade a localização, o regimen de tráfego, a tonelagem dos veículos, o tipo especial de solicitações desenvolvidas, a natureza das superfícies e características de rugosidade são factores que provocam uma nítida diferenciação entre os dois tipos de pavimentos; a influência de alguns daqueles factores foi focada no trabalho citado, tirando o autor conclusões com as quais nem sempre concordamos.

A análise sistemática deste problema e a dedução das características próprias para cada tipo de estrutura parece-nos um tema de interesse que nos propomos desenvolver.

(1) — MONIZ, J. C. — Pavimentos de estradas e pistas de aviação. Pavimentos rígidos ou pavimentos elásticos? Conferência realizada na Faculdade de Engenharia (12.946) Engenharia (Porto), n.º 7 e 8, 1949.

Influência da localização

Vejamos em primeiro lugar como a localização de cada um dos pavimentos pode influir no tipo estrutural respectivo.

Na escolha da localização de um aeródromo tem de se atender à regularidade altimétrica em superfícies da ordem da centena de hectares, à vizinhança relativa de aglomerados populacionais ou de pontos obrigatórios da navegação, ao desafogo dos vôos de aproximação, etc. Tais condicionamentos limitam extraordinàriamente as possibilidades de escolha impondo por vezes a aceitação de maus terrenos de fundação. Este facto, aliado a que o aeródromo é sempre construído em zona virgem de tráfego, obriga sistemàticamente a trabalhos de consolidação por vezes em aterros de considerável altura e grande superfície.

Nas estradas a possibilidade de desvios do traçado dá maior latitude na escolha da localização dos trabalhos; e, quando aquela se não verifica, o problema é, ainda, menos importante em virtude da menor intensidade das cargas.

Como consequência imediata para a análise que estamos fazendo verifica-se que os aeródromos são em geral construídos sobre terrenos de fundação da pior qualidade cuja influência na concepção da estrutura adiante analizaremos.

Uma outra característica da influência da localização de ambas as construções, embora de efeitos muito menos acentuados, é a diferença de abrigo relativo dado pela vegetação e construções marginais nas

estradas. Enquanto o pavimento do aeródromo é desabrigado, pelo menos em faixas de cerca de 200 m por alguns quilómetros, o das estradas pode apresentar-se protegido da acção constante do Sol e vento.

É natural portanto existirem — em esquema — nos pavimentos dos aeródromos, maiores variações térmicas anuais, maior tempo de exposição aos raios solares, maior variação térmica diária e menor risco de humidade superficial permanente. Nestas condições o material das pistas está mais sujeito ao envelhecimento por acções meteóricas alternadas e o pavimento das estradas pode envelhecer mais ràpidamente por acção da humidade permanente.

É oportuno ainda lembrar um factor que não se enquadrando no esquema que esboçámos tem importância, que deve ser acentuada, para a concepção dos trabalhos de pavimentação de pistas ou de estradas. Trata-se do tipo de preocupações dos engenheiros responsáveis por cada uma das realizações.

O engenheiro dos aeródromos dedica a sua maior atenção a problemas como o melhoramento de fundações de pavimentos novos destinados a um tipo especial de cargas, ou, aperfeiçoamento das actuais concepções de traçado em relação às operações de tráfego aéreo; o engenheiro de estradas estuda a renovação ou alargamento de antigos caminhos suficientemente consolidados, a conservação e os problemas de tráfego automóvel.

O aperfeiçoamento da técnica de pavimentação necessita da colaboração de ambas as sub-especializações. Nos aeródromos aproveita-se a experiência secular das estradas convenientemente adaptada; nas estradas aproveita-se o considerável trabalho de investigação levado a efeito nos aeródromos para rever certas concepções ainda há pouco consideradas clássicas e orienta-se a investigação para o campo atraente de obras de engenharia de exploração económica.

Este proveitoso movimento de renovação a que não é estranho o progresso da Mecânica dos Solos e do conhecimento dos materiais de construção, tem larga influência no problema que analisamos.

Influência do regimen de tráfego

Uma outra causa de diferenças é como dissémos a natureza do tráfego e o regimen de exploração.

As características do tráfego automóvel permitem o estabelecimento de faixas de 6 a 12 metros de largura, sendo usual a separação em faixas de sentido único quando é grande a frequência de utilização. Estas faixas são sujeitas a um tráfego que em certas condições pode atingir dezenas de milhar de veículos por dia. Transversalmente possuem pequena inclinação mas longitudinalmente esta pode ser apreciável para obrigar o traçado a uma boa adaptação à orografia natural. A potência dos motores empregados nos automóveis (e a natureza das operações de tráfego) condiciona com apreciável latitude o limite admissível para esta inclinação.

Acentuamos ainda que numa estrada o tráfego é canalizado por duas ou mais faixas em geral num único sentido. Este predomínio de tráfego localizado facilita e acelera a destruição dos pavimentos por criação de apreciáveis deformações permanentes o que é atenuado apenas na faixa central sujeita a tráfego alternado.

A reacção normal entre as rodas e o pavimento pode ser considerada como igual à carga estática. O efeito tangencial transversal é pràticamente desprezável em alinhamento recto mas toma particular importância nas curvas ou em traçados com perfis transversais excessivamente abaulados. O efeito tangencial longitudinal é pelo contrário sempre apreciável sobre as camadas superficiais do pavimento, em virtude da aceleração do veículo, da inclinação e da inversão deformadora causada pela passagem alternada de rodas motrizes e não motrizes.

No caso das pistas em virtude da delicadeza das operações e pela maior necessidade de segurança, o perfil transversal apresenta maior desenvolvimento do que as estradas habituais, sendo correntes larguras de faixa pavimentada da ordem dos 50 e 60 metros.

O perfil longitudinal não tem inclinações superiores a 1 % o que, condiciona fortemente os sistemas de drenagem.

O tráfego dos aviões é feito em qualquer dos sentidos da pista. O regimen local de ventos condiciona o sentido adequado para a utilização em cada operação.

O baixo índice de tráfego que não excede 300 passagens por dia nas pistas mais movimentadas e, a sua possível dispersão numa faixa mais larga diminuem a probabilidade de aparecimento de ondulações ou outros defeitos superficiais, mesmo em pistas comumente utilizadas num único sentido.

A reacção normal numa pista é inferior à carga estática por efeito da sustentação das asas embora haja outras áreas pavimentadas nos aeródromos (os caminhos da circulação e plataformas de estacionamento) em que não se verifica o efeito da sustentação ou em que este é atenuado. Os efeitos tangenciais sobre os pavimentos das pistas são menos acentuados do que nas estradas. As reacções transversais são de ordem de grandeza pràticamente desprezável em virtude da pista não ser utilizada quando a sua direcção se afaste muito da do vento. Contudo o aumento de tonelagem dos aviões permite cada vez mais a utilização com ventos cruzados e poderá conduzir ao aparecimento de acções deste tipo. A possibilidade de generalização do emprego de rodas orientáveis poderá mesmo, torná-las apreciáveis.

Quanto aos efeitos longitudinais há a considerar o choque e a travagem. O efeito destruidor das rodas motrizes não é aqui de temer.

Ainda no que se refere ao tipo de veículos utilizados recordamos que uma pista recebe pràticamente apenas o tráfego de pneumáticos de aviões, enquanto as estradas modernamente concebidas para o tráfego automóvel ainda por vezes suportam rodas munidas de aros metálicos.

Influência da tonelagem

Vejamos agora a influência da grandeza das cargas e do tipo especial de esforços que criam.

Nas estradas o peso dos veículos não ultrapassa 25 toneladas distribuídas por vários rodados podendo aceitar-se como limite máximo da carga por roda simples o valor exagerado de 5 toneladas.

No caso de pistas as normas da Organização Internacional da Aviação Civil (I. C. A. O.) (1947) prevêm cargas por roda simples da seguinte ordem de grandeza:

Classe do Aeródromo	Carga por roda simples isolada Ton.	Pressão mínima dos pneumáticos Kg/cm²
1	45	8,5
2	35	7,0
3	27	7,0
4	20	7,0
5	13	6,0
6	7	5,0
7	2	2,5

As características de resistência exigidas por estas normas são suficientes para a serventia dos aviões mais correntes como se pode verificar no quadro anexo:

	Douglas DC3	Douglas DC4	Lockeed Constellation	Boeing Sratocruiser	Douglas DC7
Peso em descolagem (lib.)	25200	73000	92000	13500	162000
Peso em aterragem (lib.)	24400	63500	78000	121700	127500
Carga estática máxima numa roda . . .	11575	39500	43000	61000	76800
Afastamento dos rodados	18′ 6″	24′ 8″	28′	28′ 6″	34′ 2″
Área de contacto dum pneu (pol. quad.)	237	330	300	328	452
Pressão unitária de contacto (lb/pol².) . .	49	64	72	93	85

Segundo as normas internacionais, os pavimentos construídos para pertencerem a uma determinada classe de resistência devem poder suportar o tráfego previsto para o aeródromo, nunca inferior a 10 operações (aterragem ou descolagem) por dia.

Os caminhos de circulação devem igualmente poder suportar o tráfego previsto recomendando a I. C. A. O. que «deve ser dada especial atenção às tensões mais elevadas produzidas pelo rolamento lento ou estacionamento com os motores em movimento dos aviões». Com este objectivo devem nas áreas respectivas considerar-se cargas teóricas de projecto 25 % superiores às das pistas. Adeante verificaremos que é possível afirmar ser este, um excessivo e desnecessário cuidado.

Esta regulamentação permite encarar confiadamente a construção de novos campos pois, dada a aceitação que sofreu dos construtores de aviões, os futuros tipos de aparelhos de tonelagem superior terão dispositivos de aterragem em trens múltiplos, concebidos de forma que os esforços desenvolvidos na infraestrutura não sejam superiores aos máximos agora admitidos. Por esta plataforma de aceitação geral garantiu-se a continuidade duma rede mundial de infraestruturas indispensável ao progresso da Aviação Civil.

Da diferença apreciável entre as cargas actuantes resulta a diferença essencial entre os dois pavimentos. Um simples exemplo demonstra esta afirmação.

Suponhamos que sobre um terreno em que é legítimo aceitar uma carga de segurança de 3 kg/cm^2 pretendemos construir dois pavimentos: um destinado a suportar uma roda de 5 toneladas, outro uma roda de avião com uma carga total de 45 toneladas. Para se poderem comparar os resultados supomos as pressões de contacto iguais, para os dois casos, e valendo 10 kg/cm^2.

As hipóteses simplificadoras que adiante admitiremos não são inteiramente rigorosas; porém a sua aceitação não conduz a alteração da ordem de grandeza dos resultados, não falseando portanto as conclusões que tiraremos.

Admitamos que as superfícies de contacto são circulares, com os diâmetros aproximados de 25,2 e 75,7 cm, respectivamente.

Se a distribuição de tensões abaixo da superfície de contacto se realizasse como num meio elástico, semi-infinito, homogéneo e isótropo segundo o teoria de Boussinesq as tensões normais, no eixo da aplicação da carga, a uma determinada profundidade z, valeriam

$$t_z = q\,(1 - \frac{z^3}{(R^2 + z^2)^{1,5}}$$

sendo q a carga uniforme de contacto, aplicada ao círculo de raio R. Para o nosso exemplo a aplicação desta fórmula conduz à necessidade de pavimentos com as espessuras aproximadas de 0,25 e 0,75 m respectivamente para cada um dos casos.

Propositadamente seguimos a análise de Boussinesq, para comparação dos resultados com os que se obteriam pelo método californiano de determinação de espessuras. No nosso exemplo, os resultados seriam idênticos se o terreno apresentasse um índice californiano de capacidade de carga igual a 10 .É assinalável esta concordância realçada recentemente pelo trabalho de L'Hortet (1948).

Estes resultados mostram claramente a diferença essencial de que para o mesmo terreno de fundação, as espessuras dos pavimentos de aeródromos são, admitindo tensões de contacto da mesma ordem de grandeza, superiores às das estradas sendo esta diferença tanto mais acentuada quanto maior for a diferença das rodas teóricas de cálculo ou, o que é o mesmo, das áreas de contacto.

O nosso exemplo além de mostrar a diferença quanto ao valor da espessura total, no que respeita exclusivamente à resistência a tensões normais permite tirar importantes conclusões orientadoras no que respeita à própria natureza dos materiais a empregar.

As curvas traçadas na fig. 1 definem a a constituição de pavimentos de igual resistência para cada uma das rodas do nosso exemplo. Como na prática se constroiem os pavimentos por camadas de características

decrescentes com o aumento de profundidade, para cada um dos nossos pavimentos

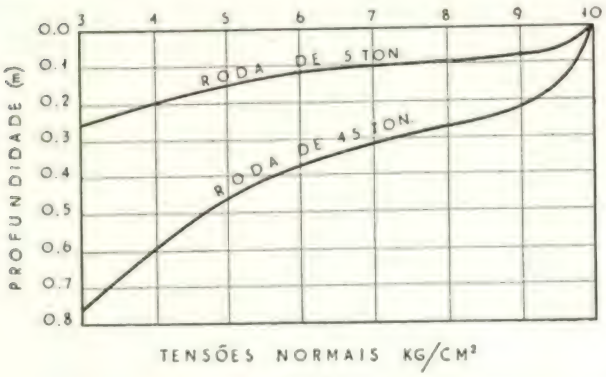


Fig. 1

Tensões normais desenvolvidas a diversas profundidades para rodas de 5 e 45 toneladas.

podíamos adoptar soluções do tipo indicado na fig. 2.

È lógico concluir que, considerando a resistência a tensões normais, o aproveitamento de materiais económicos é tanto mais facilitado quanto maior for a espessura total do pavimento a construir, o que tem interesse económico imediato para a concepção dos pavimentos de pistas.

Voltando ainda à análise de Boussinesq a consideração das tensões principais permite deduzir a grandeza dos esforços máximos de corte e a sua localização. Esta, por exemplo para terrenos coesivos puros, fica aproximadamente à profundidade dum terço do diâmetro do círculo de carga. Como as áreas de contacto nas estradas são inferiores às verificadas para os pneus de aviões, as tensões máximas de corte ocorrem para os pavimentos das pistas a maior profundidade.

Esta noção é, em parte, prejudicada pela possibilidade de ocorrência de tensões de contacto mais elevadas nas estradas (aros metálicos, travagens, etc.).

Resumindo, no caso de pavimentos de estradas a grandeza da espessura de pavimento necessária para resistência a esforços de laminagem, desgaste e esmagamento é, no caso geral, suficiente para garantir uma degradação de tensões compatível com as possibilidades da fundação. A espessura necessária, relativamente pequena, deverá ser constituída por materiais resistentes a tensões de corte apreciáveis. No caso de aeródromos, a pesar dos baixos índices de tráfego, torna-se ainda necessária a constru-

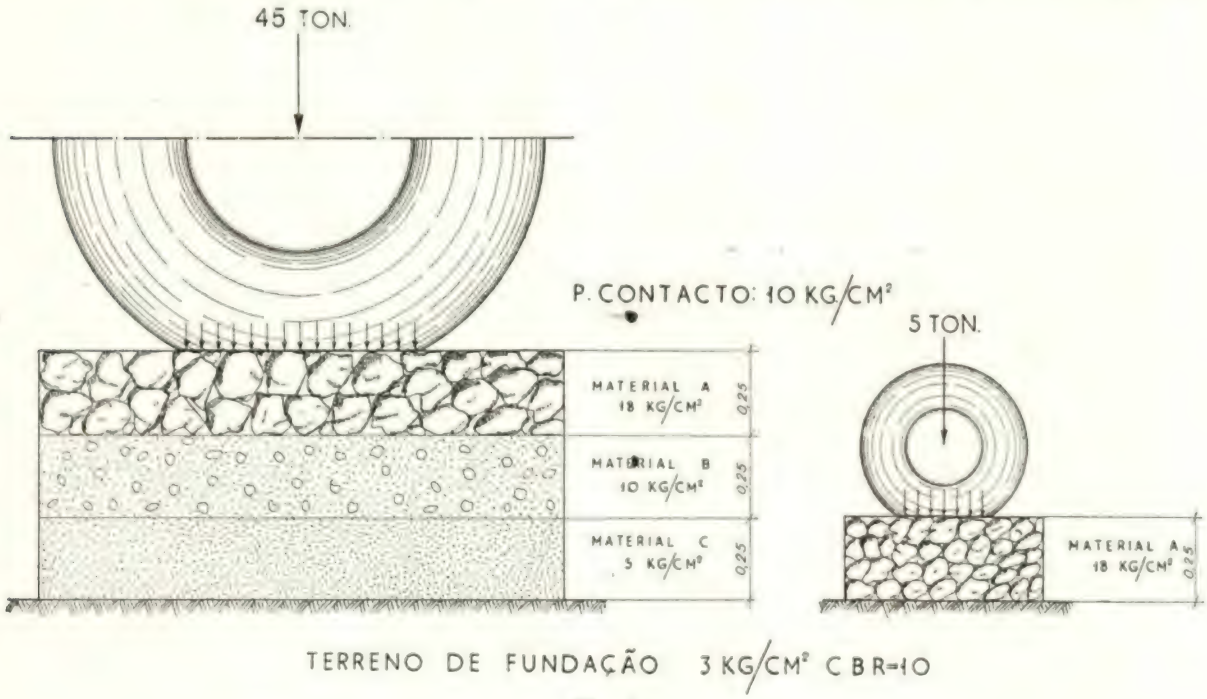


Fig. 2

Influência da grandeza da área de carga na espessura dos pavimentos

ção de uma camada superficial análoga à das estradas. Porém sob esta há ainda que construir uma ou mais camadas de fundação de materiais de características inferiores.

Um exemplo típico que marca bem esta diferença verifica-se nos pavimentos do aeroporto de Sciphol construído sobre terreno de má qualidade para aviões de 135 toneladas de peso bruto (com tensão de contacto da ordem dos 8,5 kg/cm²). As figuras 3 e 4 mostram a considerável espessura utilizada, extraordinàriamente superior à empregada em estradas construídas sobre o mesmo terreno.

Fig. 3

Aeroporto de Schipol (Amsterdam). Corte das pistas mostrando as diferentes camadas

É usual em estradas a aceitação do mesmo perfil-tipo de pavimento para a grande maioria de terrenos de fundação. Tal orientação é para o caso dos aeródromos inaceitável. Cada problema tem de ser estudado em particular e não raramente para situações idênticas se chegou a soluções completamente diferentes. As figuras juntas mostram as soluções encontradas para a pavimentação de diversos aeródromos nacionais.

Efeito dinâmico das cargas

No parágrafo anterior analisámos a influência da tonelagem no tipo e espessura de pavimentos, baseados no cálculo estático dos pavimentos de pistas e de estradas.

As acções que realmente se exercem sobre as pistas não são porém deste tipo. Há ainda a considerar o efeito dinâmico das cargas sobre os materiais dos pavimentos e sobre os solos de fundação.

Quanto a estes, começam agora a ser conhecidos os resultados de algumas experiências acerca das características elásticas dos terrenos sob a acção de cargas instantâneas. Foi verificado que a resistência dos

Fig. 4

Aeroporto de Schiphol. Constituição das camadas

solos de fundação aumenta com a diminuição do tempo de aplicação da carga deformadora. Os terrenos coerentes aumentam a sua capacidade de suporte de 1,5 a 2 vezes em relação às cargas estáticas, sendo este aumento tanto mais acentuado quanto menor for a carga estática crítica, efeito este independente do método de ensaio. Já para os terrenos incoerentes este efeito é muito atenuado verificando-se no máximo aumentos de 10 % (Cassagrande. 1948).

Estes resultados de laboratório confirmam o resultado de medições directas de tensões na fundação de pavimentos sujeitos à passagem de rodados de aviões (Porter. 1942).

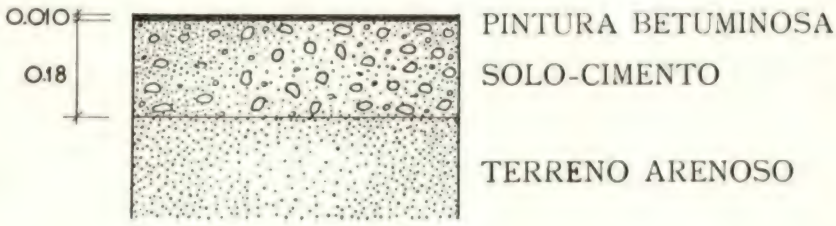


Fig. 5

Aeródromo de S. Jacinto (Aveiro) Base em solo-cimento repousando sobre excelente leito de areia

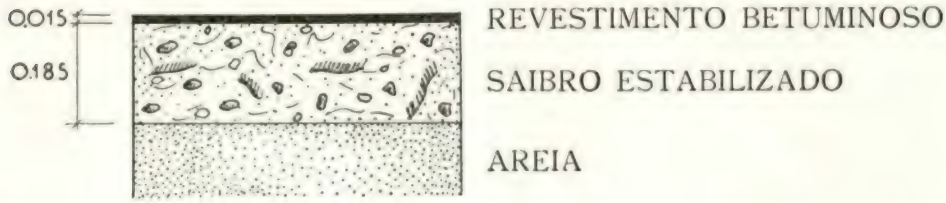


Fig. 6

Aeródromo de Montijo. Solução aparentemente idêntica à anterior mas com menor capacidade de carga em virtude da areia da fundação conter apreciável percentagem de elementos finos

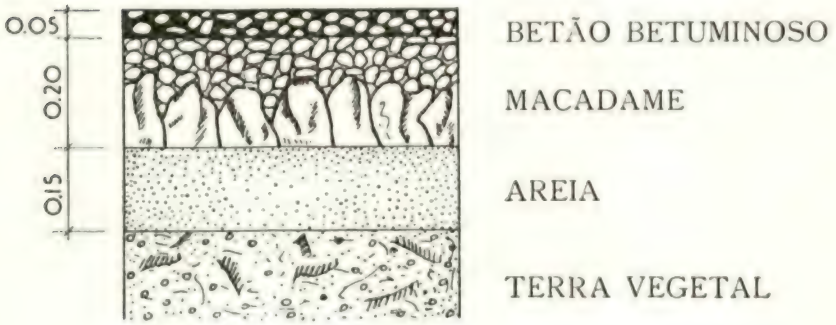


Fig. 7

Aeroporto de Lisboa. A espessura necessária inclui uma almofada de areia que as condições locais permitiram empregar econòmicamente

Já em 1942 a American Road Builders Assotiation estudando este problema, emitiu as seguintes conclusões:

— A deformação produzida por uma fortaleza voadora de 60 toneladas (B-29) em corrida, representa em média 78 %

da observada para o avião estacionado;

— A mesma relação, para aviões em circulação, é de 92 % havendo por tanto nesta operação ainda o efeito associado da sustentação e da rapidez de aplicação da carga dominando o aumento por vibração;

— Os efeitos do impacto são menos prejudiciais e podem ser abandonados no cálculo em virtude da dispersão do tráfego, rapidez de aplicação da carga e seu equilíbrio parcial pela sustentação.

Vejamos então, qual a influência da aplicação dinâmica das cargas em relação aos métodos analizados no parágrafo anterior de cálculo estático dos pavimentos.

As curvas de cálculo do método C. B. R. são baseadas em ensaios acelerados de pistas.

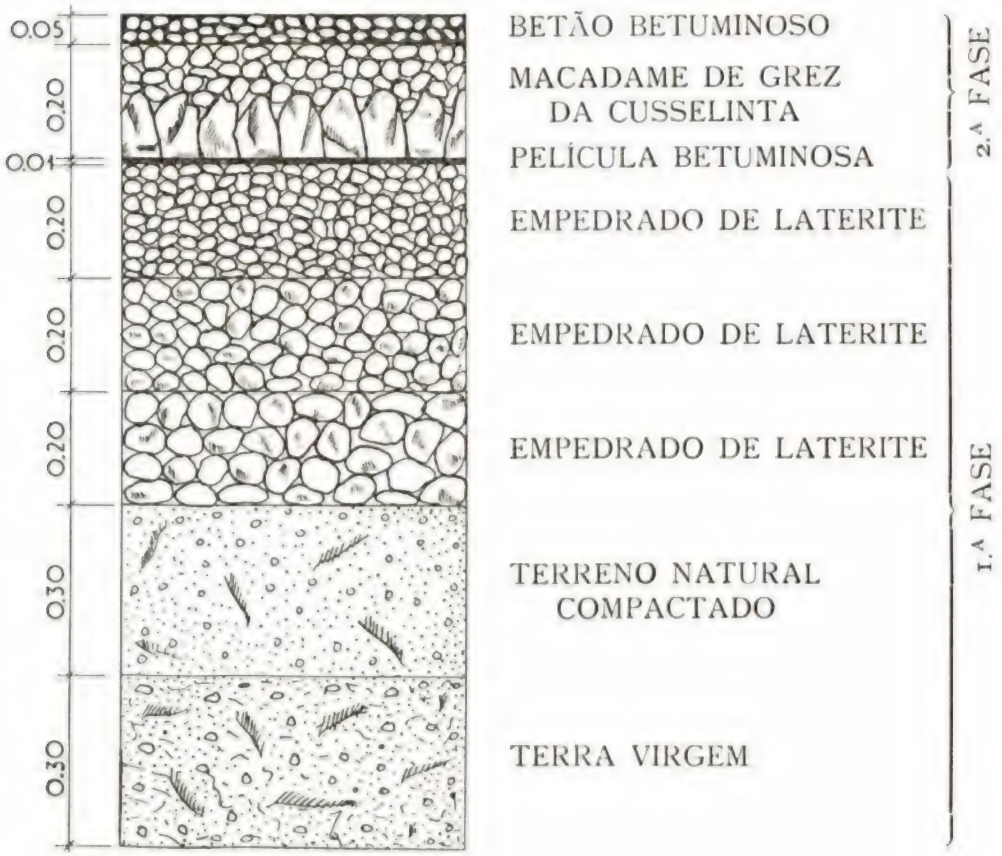


Fig. 8

Aeródromo de Bissau. A má qualidade da fundação implica uma grande espessura de materiais locais. O aumento da capacidade de suporte será possível em segunda fase pela construção de uma camada de materiais mais ricos

Ora os resultados destes ensaios têm de ser condicionados pelo facto de ser desconhecida a relação entre os efeitos da repetição rápida de cargas num ensaio acelerado e os efeitos de uma repetição muito mais espaçada que a pista vem a sofrer em serviço (Hill. 1944).

Esta influência da repetição das cargas é importantíssima pois que tem sido observado que 90 % dos acidentes ocorridos em pistas flexíveis se verificam antes de 1000 aplicações da carga, e 95 % antes das 1500 (Mc Fadden. 1948).

Não é portanto estranho que Mc Leod (1947) no Canadá e numerosos investigadores nos Estados-Unidos tenham verificado que as espessuras determinadas pelo método C. B. R. eram superiores às que demonstraram comportamento satisfatório em grande número de campos observados.

Em 60 aeródromos americanos com espessura de pavimento entre 6″ e 12″ foi observado comportamento razoável quando o dimensionamento que resultaria da aplicação do método, conduziria a espessuras de 12″ a 45″. Como interpretar esta anomalia?

É fora de dúvida que as máximas solicitações se desenvolvem com o avião parado, com os motores em funcionamento, e que o seu valor excede a carga estática; nas operações de rolamento em circulação, e em aterragem ou descolagem, as solicitações são inferiores àquela. Quanto ao dimensionamento adequado para resistência a tais solicitações o método californiano conduz a valores superiores aos necessários pois que a sua aceitação implica a admissão de uma cadência exagerada de aplicações de carga, sempre da ordem de grandeza da roda teórica de cálculo o que a densidade e variedade de tráfego nos aeródromos não confirma.

Nestas condições, a adopção das espessuras dadas pelo método de C. B. R., equivale à aceitação de um coeficiente de segurança exagerado e tanto mais elevado quanto menor for o índice de tráfego real e a razão do número de cargas máximas para o número total de aplicações de cargas.

As observações realizadas, demonstram a possibilidade de diminuição da segurança e a consequente construção de pavimentos de espessuras inferiores às actuais.

Quanto às zonas de estacionamento com motores em vibração não vemos razão de aumento em relação à carga estática, da carga de projecto em virtude de que qualquer possível acidente nestas zonas não afecta a segurança das aeronaves. A aceitação dos valores do método Californiano para estas áreas corresponde a uma diminuição do elevado coeficiente de segurança sem riscos de acidentes graves.

Possibilidade de aligeiramento parcial das pistas

O aligeiramento geral possível em face das considerações anteriores e que admitimos como uma realidade próxima, foi sugerido, segundo o sentido transverso das pistas atendendo às características especiais do regime de tráfego; tal sugestão foi originada pela observação de 2010 utilizações (aterragens ou descolagens) em 6 meses de serviço de uma pista. Os resultados obtidos mostram que 60 % das utilizações tiveram lugar no terço central da pista, de largura de 45 metros enquanto os terços laterais receberam cada um 20 %. Considerando os 22,5 m centrais e os quartos laterais estes valores foram respectivamente de 80 % e 10 % em cada.

Estes resultados podem conduzir à hipotese de pavimentos aligeirados nas bermas o que traduziria uma economia apreciável. A sua realização contudo levanta problemas técnicos de solução milindrosa como sejam a creação de pontos singulares em que a diferença de deformações pode provocar o aparecimento de rodeiras ou de assentamentos gerais apreciáveis. Porém aqueles curiosos dados estatísticos permitem-nos admitir a possibilidade de construção dos sistemas de drenagem de intercepção lateral *dentro do próprio perfil trnsversal* garantindo uma melhor defesa da zona central do pavimento mais sobrecarregada pelo trânsito. Tal disposição contudo é contrária ao princípio construtivo de as canalizações de drenagem serem fàcilmente acessíveis para trabalho de reparação.

Uma objecção porém invalida até certo ponto o interesse prático destas sugestões: os campos civis são construções imediatamente militarizadas em caso de guerra, e de necessidade vital nestas emergências. A sua adaptação a campos militares obriga à existência de largas faixas capazes de suportarem a descolagem de aviões em formação, que teriam sido assim suprimidas.

Quanto à possibilidade de aligeiramento longitudinal ([1]), mesmo aceitando como re-

([1]) — Admitida por J. C. Moniz (nota citada).

solvida a questão fundamental da determinação de grandeza desse aligeiramento, não lhe encontramos viabilidade.

Os comprimentos-standard das pistas, especificadas pelo organismo internacional já referido são: [1]

Categoria	Comprimento das pistas metros
A	2250
B	2150
C	1800
D	1500
E	1280
F	1080
G	900

Para alguns dos aviões já citados o quadro seguinte dá uma ordem de grandeza dos comprimentos em metros necessários para a realização de algumas operações de vôo:

	DC3	DC4	Constellation
Descolagem	300	500	600
Elevação a 15 m. . .	550	900	900
Aterragem de 15 m.	350	850	750

O comprimento das pistas deve permitir a descolagem e elevação a 15 m seguida de aterragem em caso de avaria.

Em virtude desta norma de segurança o DC3 pode utilizar normalmente campos de categoria F os dois restantes utilizam normalmente, campo das categorias superiores.

Como se verifica em qualquer operação, normalmente só uma pequena fracção do comprimento total da pista é utilizada.

Atendendo ao duplo sentido de possível utilização teriamos portanto em todo o comprimento não só o terço central, como uma série de limitadas zonas não recebendo normalmente solicitações que atingissem o valor da carga teórica. O conhecimento dos diferentes comprimentos prováveis de utilização permanente e das cargas respectivas, permitiria traçar as curvas de utilização cuja envolvente nos forneceria as cargas máximas em cada ponto do desenvolvimento, e daí é fácil dedução do perfil longitudinal do pavimento de igual vida.

Porém uma pista sofre normalmente o tráfego de circulação em terra. Na figura 9 marcamos trajectórias dos aviões em descolagem, em aterragem e em circulação, preparatoria ou consequente, para o Aeroporto de Lisboa. Como se verifica para este caso o diagrama ideal de solicitações máximas seria pràticamente todo coberto pelos esforços desenvolvidos na circulação, circunstância que aliás se verifica pràticamente em todos os aeroportos.

Portanto, ainda mesmo que estivesse resolvida a dificuldade posta no parágrafo anterior, não eram viáveis aligeiramentos adicionais segundo o perfil longitudinal baseados nas características especiais do regime de tráfego.

Condicionamento das características de superfície: Rugosidade

Como verificámos anteriormente os pavimentos de pistas de aviação são muito mais espessos que os das estradas, embora haja tendência para diminuição desta diferença. A alta elasticidade que se lhes exige tem pois de ser conseguida à custa da elasticidade própria dos materiais empregados. Portanto para que a superfície seja regular e pouco susceptível de deformações apreciáveis que possam prejudicar o funcionamento da pista, exige-se a construção de camadas de base de alta elasticidade.

As dimensões e inclinações extraòrdinàriamente mais desfavoráveis para as pistas criam problemas de drenagem superficial mais agravados. Na realidade a água sobre uma pista tem de percorrer maior caminho a uma velocidade menor. Daqui um maior perigo de infiltração e portanto uma maior necessidade de impermeabilização superficial prejudicada pelo envelhecimento rápido dos agentes impermeabilizadores, como já foi focado.

[1] As categorias indicadas obrigam o aeródromo a uma capacidade de carga no mínimo igual à da classe de resistência correspondente (V. tabela ant.)

No respeitante a drenagem profunda a horizontalidade das grandes superfícies ocupadas pelos aeroportos obrigam a trabalhos de orientação nìtidamente diferentes dos das estradas. Trata-se dum assunto sobejamente conhecido e que nos abstemos de analisar.

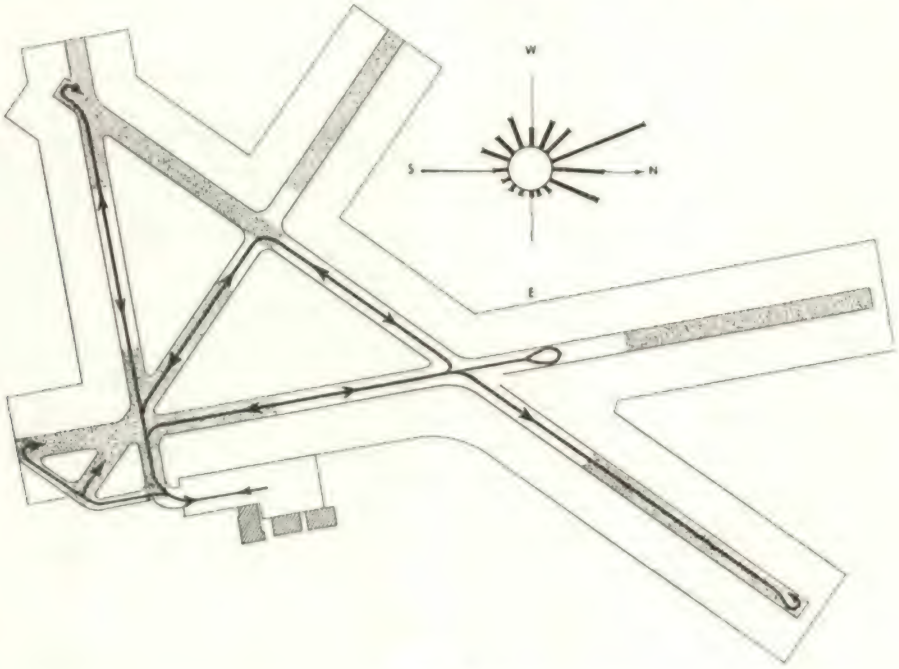


Fig. 9

Zonas de aterragem ou descolagem e esquema de circulações usuais no Aeroporto de Lisboa

A superfície do aeródromo tem de ser completamente limpa de elementos soltos que também na estrada, pelo perigo de derrapagem, são prejudiciais mas admitidos. Esta imposição resulta do perigo de esses elementos soltos serem arrastados pelo movimento provocado pelos hélices partindo estes ou danificando outras partes do avião, e principalmente por constituirem uma causa comprometedora da estabilidade dos aviões por derrapagem, em especial quando sujeitos a ventos desfavoráveis.

Quanto a rugosidade as estradas têm um problema completamente diferente do das pistas. Naquelas, o intenso tráfego provoca o polimento dos pavimentos criando dificuldades para a travagem e perigos eminentes por derrapagem. O problema das estradas é o da conservação da rugosidade.

Nas pistas o tráfego é insuficiente para pulir os pavimentos mas estes devem ser pouco rugosos para evitar o desgaste dos pneus no momento das aterragens, no rolamento ou nas viragens bruscas.

Com o fito de tornar as pistas lisas, no caso de pavimentos elásticos são usuais duas orientações: a contrução de camadas superficiais em betão betuminoso compacto ou a aplicação de regas de selagem seguidas de cilindramento adequado. Qualquer dos processos é também vantajoso no que respeita à impermeabilidade do pavimento.

No caso de Aeroporto de Lisboa foi adoptada esta última orientação, nunca tendo sido admitida a construção duma camada superficial de betão compacto, (1) por razões económicas.

O problema da rugosidade das pistas deve porém ser encarado dentro dos limites razoáveis e não têm importância excessiva. Pelo contrário, dentro dum desgaste de pneus econòmicamente aceitável, é óbvia a

(1) — No trabalho citado do Eng.º J. C. Moniz deve ser rectificada a informação que figura na pág. 13, 2.ª coluna do n.º 8 da «Engenharia». A figura 44 inserta na mesma página refere-se a um troço que evidentemente não recebeu a rega de selagem o que esclarece a origem da sensação de excessiva rugosidade que provoca.

vantagem duma certa rugosidade para que sejam efectivas as possibilidades de rápidas travagens que venham a diminuir as distâncias excessivas de rolamento em terra provocadas pela impossibilidade de dispôr caminhos de saída das pistas nos pontos adequados para cada tipo de avião.

A dificuldade que tem impedido maiores progressos na travagem dos aviões não é pròpriamente o desgaste dos pneus, que se evita com regas superficiais nas pistas, mas o apreciável aquecimento verificado no sistema de accionamento dos travões.

Quanto à importância económica deste problema diremos que a duração de um pneu é mais influenciada pela técnica de aterragem do que pela rugosidade do pavimento. No entanto a durabilidade dos pneus não tem importância suficiente para obrigar a cuidados especiais na pavimentação.

Para um avião do tipo DC4 é feita pelos fabricantes uma garantia de 200 operações para cada jogo de pneus, custando este na actualidade menos de 50 mil escudos. Por estes dados se vê que uma aterragem não custa mais de 250 escudos em desgaste de pneus.

Assinalemos contudo que os Transportes Aéreos Portugueses utilizando em especial o aeroporto de Lisboa em condições difíceis de exploração (caso das pistas térreas e metálicas africanas), tem registado índices de aproveitamento extraordinàriamente superiores aos indicados a pesar da extrema meticulosidade e exigência dos nossos pilotos quanto ao estado do material de que se utilizam. Tais valores são um pouco superiores à média, em virtude de serem obtidos por um pessoal de navegação cuidadoso.

Não temos infelizmente dados experimentais ou comparativos em que basear a afirmação de que as pistas do Aeroporto de Lisboa não apresentam rugosidade excessiva. Porém, aberto ao tráfego há cerca de 10 anos, nunca de qualquer companhia de navegação ou dos milhares de pilotos que dele se utilizaram, se recebeu qualquer referência não elogiosa acerca do revestimento superficial em betão betuminoso que julgamos ter sido o primeiro realizado no nosso país; este facto concreto é contudo suficiente para alicerçar a nossa convicção.

Aliás a existência de marcas devidas a travagem não é prova de excessiva rugosidade duma pista. A figura 10 mostra um trecho duma pista dum excelente aeroporto extrangeiro em que abundam marcas desta natureza.

Fig. 10

Aeroporto de Schiphol. Vista parcial de uma pista. Observem-se as numerosas marcas de pneus

Para findar este parágrafo sublinhemos que a tendência é para a movimentação das rodas antes do contacto com o terreno (diminuindo o contacto brutal em fracções de segundo de superfíeies com diferenças de velocidade da ordem dos 40 m/seg) e para a diminuição de custo [1] e aumento de durabilidade dos pneus.

Influência dos factores analisados na escolha dos materiais de construção

É conhecido que a técnica de construção de pavimentos de estradas, servida por uma experiência secular, atravessa um período de rápida evolução. Como causas fundamentais desta, destacam-se o melhor conhecimento das solicitações desenvolvidas e da capacidade dos materiais para as suportar, e a possibilidade de econòmicamente obter

[1] A importância de 3.500$00 por aterragem calculada em 1945 por J. Canto Moniz (art. cit.) traduz circunstâncias anormais do período de guerra.

o melhoramento das fundações e a própria construção dos pavimentos por meios mecânicos. O conjunto destes conhecimentos e meios de trabalho permite a utilização de materiais económicos, até o próprio terreno local, em condições anteriormente impraticáveis. Como temos insistido, na construção de pistas esta moderna orientação encontra campo excelente de utilização, e reflecte-se na escolha dos materiais adequados.

Mas até para materiais hoje considerados clássicos os factores analisados condicionam as propriedades. Por exemplo para pavimentos betuminosos podem notar-se as seguintes diferenças em relação às estradas (Pinçon, 1947):

Os agregados podem ser de resistência ao desgate e ao esmagamento, inferiores. A sua granulometria deve de preferência ser fechada.

Os ligantes betuminosos devem poder resistir a grandes variações de temperatura sem se tornarem frágeis ou muito plásticos; devem possuir maior ductilidade para poderem acompanhar as deformações de maior amplitude sem quebrar; e finalmente, ainda com o mesmo objectivo devem ter uma consistência tão baixa quanto as mais elevadas temperaturas que suportem, o permitam.

A dosagem de ligantes é nas pistas mais elevada, em virtude do tráfego ser insuficiente para a compactação crítica da mistura e ao pulimento indispensável à impermeabilidade.

Em especial no que se refere aos materiais das camadas de base é impossível estabelecer regras gerais *à priori* e só o estudo de cada problema pode conduzir às melhores soluções técnicas e económicas.

Possíveis influências na futura concepção dos pavimentos de pistas

A experiência adquirida nos últimos anos revela que a concepção de aeroportos é matéria de constante renovação. Esta até hoje tem sido verificada em virtude do melhor conhecimento das condições de utilização dos aeródromos e da adaptação aos novos tipos de aparelhos que dia a dia são criados.

Embora se admita hoje que um grande desenvolvimento no ramo das comunicações aéreas possa vir ainda a influenciar o número de infraestruturas a construir e as suas proporções é pràticamente impossível defini-las quer quanto ao volume de tráfego e a sua influência nas construções privativas dos aeroportos e na urbanização geral das cidades quer quanto à adequada concepção em dimensões e resistência das pistas.

A evolução dos tipos de aparelhos pode porém provocar maiores revoluções nas características actualmente aceites. Citaremos em especial (Amer. Soc. C. E., 1944):

— O aperfeiçoamento técnico e identificação do regime conveniente de exploração dos helicópteros;

— A generalização do emprego em vôos comerciais da propulsão por jacto;

— A criação de técnicas especiais de catapultagem de aviões.

Dentre estes o emprego da propulsão por jacto, pelo menos como método auxiliar da descolagem, está em vésperas de generalização. Será assim introduzida mais uma característica diferenciadora para as pistas: a necessidade de pavimentos resistentes à acção directa de gases a elevadas temperaturas. Os actuais tipos de pavimento não satisfazem pois os rígidos são «descascados» e os inertes libertos, e os flexíveis, com ligantes betuminosos são destruídos. Se para estes a reparação é por enquanto viável, se bem que pouco económica, nos poucos aeroportos sujeitos a esta acção, para os rígidos não se encontra solução evidente. Admite-se que este tipo de aviões venha a ter aterragens bruscas. Se assim for, teremos pistas de dimensões muito mais modestas que as actuais sujeitas a elevadíssimas temperaturas e de uma elasticidade superior à actual.

Os outros factores apontados permitem todas as fantasias inclusivé a de admitirmos a transferência dos problemas de construção de bases aéreas do engenheiro de pavimentos para o engenheiro de estruturas.

Mesmo que qualquer destes factores não atinja ràpidamente o progresso que se lhe

pode admitir o actual tipo de pavimentos pode vir a ser alterado, além de outros factores não previsíveis, por

— Quanto às dimensões das áreas pavimentadas: diminuição por utilização de motores reversíveis ou aperfeiçoamento de travagem directa ou aerodinâmica (flaps);

— Quanto às solicitações superficiais:

a) Aumento de esforços tangenciais transversais por aterragens com ventos cruzados facilitada pelo o aumento de tonelagem dos aviões ou pelo emprego de rodas orientáveis;

b) Aumento dos esforços longitudinais devido à travagem;

c) Diminuição do desgaste por aterragens com rodados em movimento.

— Quanto às solicitações na fundação: diminuição das espessuras por utilização de trens de aterragem com lagartas.

Conclusões

1.º — As estruturas de pavimentos de pistas de aviação e de estradas são diferentes e influenciadas pelo regimen de tráfego, tonelagem dos veículos, localização e condições de superfície respectivas.

2.º — O método californiano de cálculo de pavimentos que satisfaz para o dimensionamento de estradas, ao ser exterpolado para as cargas dos aviões, conduz a resultados elevados que não atendem ao baixo índice do tráfego das pistas.

O conhecimento actual destes problemas não permite determinar entre as espessuras usuais em estradas até às deduzidas por aquele método para as pistas quais os valores intermédios aceitáveis para estas.

3.º — O aligeiramento parcial do perfil transversal das pistas não é consentido pelo imperfeito conhecimento da influência do tráfego na sua resistência. O aligeiramento longitudinal é impraticável por razões funcionais.

4.º — Para a construção das pistas, como no caso geral das estradas, não podem ser aceites soluções dogmáticas. As condições locais definem para cada caso a solução mais conveniente.

5.º — O problema da rugosidade interessa especialmente ao engenheiro de estradas. No caso de pistas de aviação actualmente é um factor secundário sem grande interesse funcional e económico.

6.º — O problema de pavimentação de pistas foi na sua evolução cada vez mais assemelhado ao das estradas. A actual semelhança das soluções é esporádica e traduz a adaptação duma técnica comum a necessidades diferentes.

O melhor conhecimento destes problemas e a progressiva delimitação de necessidades implicará a construção de estruturas cada vez mais diferenciadas podendo mesmo a solução futura da concepção de pistas fazer abandonar totalmente o actual tipo de infraestruturas aéreas.

Bibliografia consultada

American Road Builders Association (1942) — A props de l'effet des vibratious sur les pistes d'envol.
Revue General des Routes n.º 206 (1949), 53.

American Society of Civil Engineers. — Design and construction of Airport runnways and flight strips.
Progress Repport of a Committee of the Highway Division. Proceedings, Vol. 70 (1944), n.º 5, p. 663.

Boutet, D. — Routes et pistes d'envol. Problemes communs, problemes divergents.
Revue Generale des Routes, 197 (1948), p. 6. Res. Via, n.º 5, p. 134.

Cassagrande, A. e Shannon. W. L. — Stress-deformation and Strenght characteristics of soils under dynamic loads.
Proceedings, II Int. Cnf. Soil Mechanics (1948) vol. 5,29-34.

Civil Aeronautics Administration — Investigation of the landing distance required by C. A. R. 04.7503 for typical airplane.
Washington, 1940.

Froesch e Prokosch, w — Airport Planning N. York. 1946.

Hill, H. — Military airfields. Discussion.
Proceedings Amer Soc. Cir. En. (1944).

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION — Aerodromes, Air routes and ground aids Division. Doc. 4809; AGA/558.29/10/1947.

L'HORTET, R. — Les pistes aeronautiques comparées aux revetements routiers. Via n.° 1, p. 68.

L'HORTET, R. — Correlation entre la repartion des containtes dans le sol deduites: 1.° de la methode californienne de determination des epaisseurs de pistes; 2.° de la Theorie de Boussinesq. Rapp. VIIIbII,II Int. Cnf. Soil Mechanics. Travaux, vo 132 (1948) n.° 164,361-364.

MC FADDEN,G e PRINGLE, T. B. — Evaluation of flexible pavements for airfields Proceedings, II Int. Conf Soil Mechanics, Vol. 5 (1948), 172-177.

MC LEOD, N. W. — A canadian investigation of load testing applied to pavement design. Symposium on load tests of bearing capacity of soils. American Society for testing materials (1947) Sp. Tech. Pub. n.° 79.

MORSE, A. L. — The correlation of aircraft take--off and landing characteristics with airport size U. S. Civil Aeronautics Administration. 1944.

PINÇON, A. — Elements diferenciant une piste d'aerodrome d'une route. Revue Generale des Routes, 183, Abril-1947.

PORTER, O. J. — Fondations for flexible pavements. High. Research Board. Proceedings 22 Anual meeting (1942), 100-136.

VIDA ESCOLAR E ASSOCIATIVA

POR ARMANDO COUTINHO DE LENCASTRE
Presidente da Associação dos Estudantes do I. S. T.

AOS ANTIGOS ALUNOS

Tem a *Técnica* inserido nas suas páginas vários e valiosos artigos de autores de reconhecida competência tratando do problema pedagógico do I. S. T. Não seríamos nós que viríamos tomar este espaço da nossa revista, lançando uma sombra em páginas tão brilhantemente iluminadas, se um outro problema, relacionado com aquele, da máxima importância para a A. E. I. S. T. não tivesse sido esquecido até aqui, e se a solução para o mesmo não fosse de grande urgência.

Trata-se do estudo das actividades associativas dos alunos do Técnico e da colaboração que os antigos alunos já formados poderiam dar aos novos na resolução dos seus problemas; em resumo: estreitar as relações entre os actuais e os antigos alunos.

Para os Engenheiros formados no I. S. T., existe na nossa Associação a categoria «Sócios Antigos Alunos», os quais, no dizer dos Estatutos, têm o dever de «contribuir com a sua experiência e cultura e por meio de um intercâmbio com os professores e alunos, para o aperfeiçoamento e elevação do nível geral do Instituto, desempenhando em relação aos alunos e de certo modo, o papel de elemento de ligação entre a Escola e a vida prática». Gozam de todos os direitos e regalias de «sócios ordinários» com excepção de exercer cargos directivos a fim de que o carácter académico seja mantido na Associação.

A sua quotização de 5$00 mensais reverte integralmente a favor da Caixa de Empréstimos de Honra, cuja finalidade é a assistência a estudantes doentes e facilitar a vida a tantos outros menos dotados de fortuna.

É, porém, o apoio moral dos mais velhos e as suas sujestões, o que mais nos interessa; anima-nos também ainda o desejo de criar o espírito de união, entre todos os que passam pelo Técnico, tornando uma realidade mais palpável aquilo que já actualmente é uma verdade.

Soubemos porém da criação de uma associação que se intitula «Associação dos Amigos e Antigos Alunos do I. S. T.».

A fusão das duas associações, em bases a estudar posteriormente, parece-nos indispensável para alcançar os objectivos atrás expostos.

E foi pensando que muitos engenheiros saídos do I. S. T., já por deveres de estado já por desinteresse estão afastados da vida da sua Associação, que resolvemos expor nestas breves notas o que são as actividades e o desenvolvimento da A. E. I. S. T.

É tudo obra dos alunos do Técnico, trabalhando livemente dentro da Associação e quase sempre apoiados quer moral quer materialmente pelos Digníssimos Directores do Instituto.

Actividades da A. E. I. S. T.: Além da Direcção, cuja finalidade é coordenar as diferentes actividades e representar exteriormente a Associação, mantém-se em funcionamento os seguintes serviços:

a) *Revista Técnica* — Propriedade da A. E. I. S. T., que além da publicação mensal da revista com a tiragem de 2.500 exemplares, tem editado várias obras de reconhecido interesse para a Engenharia Nacional, estando outras a ser editadas.

Basta citar a Topografia (2 volumes), Tabelas de Betão Armado, Tabelas Técnicas, etc.

b) *Biblioteca* — Ainda em formação, conta já actualmente com cerca de 1000 volumes de carácter Técnico e de 300 volumes de carácter cultural; recebe cerca de 170 publicações periódicas.

c) *Cantina* — Em regime de administra-

ção directa fornece refeições em condições higiénicas e a preços acessíveis a cerca de 150 comensais. Dá desconto de 25 % a 100 % aos sócios da Associação, que deles necessitem.

d) *Grupo Desportivo* — De gloriosas tradições é possuidor de 42 Taças e 5 Troféus, ganhos em competições desportivas.

Mantém as seguintes actividades, com as respectivas instalações:

1) Volley-Ball: (Campeões regionais desde 1936 e Nacionais desde 1947). — 1 campo coberto, 1 campo ao ar livre e treinador.

2) Basket-Ball: 1 campo coberto, 1 campo ao ar livre e treinador.

3) Ténis: 1 campo coberto e 1 campo ao ar livre.

4) Foot-Ball: sem campo próprio.

5) Natação: Piscina coberta com 25 × × 8 m, e treinador.

6) Hoquei em Patins: Ring de Patinagem e treinador.

7) Esgrima: Sala de armas com o respectivo material para a prática e Mestre de Armas.

8) Atletismo: Pista de Atletismo e treinador.

9) Ginástica: Além da ginástica obrigatória para o 1.º e 2.º ano há curso de ginástica livre, no Ginásio da Associação, com Professor diplomado pelo I. N. E. F.

10) Xadrez e Damas: Sala de Xadrez com 6 mesas de jogo.

11) Bilhar: 1 mesa.

12) Ping-Pong: 2 mesas.

e) *Secção Cultural* — Desenvolve as seguintes actividades: Cinema, Conferências, Cursos de Línguas, Intercâmbio Universitário, Música, Passeios e Excursões, Rádio e Teatro.

f) *Secção Pedagógica* — Toma a seu cargo o estudo dos problemas pedagógicos do I. S. T., relacionados com os interesses dos Estudantes, actuando por meio de exposições ao Conselho Escolar, conferências e cursos especiais.

g) *Secção de Folhas e Encadernação* — Tem editadas já a preços acessíveis (preço máximo do fascículo 2$00; preço médio 1$50), 63 publicações.

Anexo às oficinas das folhas, funciona uma oficina de Encadernação, onde, sempre a preços manifestamente inferiores aos do exterior, se fazem desde simples encadernações a encadernações luxuosas.

Secção Fotográfica — Mantém ao serviço dos sócios da Associação 4 câmaras escuras, convenientemente ventiladas e com a aparelhagem necessária (guilhotina, tinas, cronómetros, aparelhos de cópia directa, 2 ampliadores, aparelho de secagem e esmaltagem, etc.). Fornece todos os artigos fotográficos (papéis, películas, fita de filme) e encarrega-se de todos os trabalhos fotográficos e de dispositivos com descontos desde 15 % a 50 % em relação aos preços exteriores.

Põe à disposição dos Associados, 1 retina, 1 contax com teleobjectiva, 1 laica, 1 telémetro, 1 fotómetro, 1 máquina de filmar, 2 máquinas de projectar, e projectores para filmagens interiores.

Caixa de Empréstimos de Honra — Auxilia os estudantes doentes, empresta dinheiro para pagamento de propinas ou outras despesas de urgência; fornece folhas para estudo, e dá isenção do pagamento da quota, continuando o sócio isento a gozar das mesmas regalias do sócio ordinário.

Assistência médica — Começa a trabalhar este ano esta Secção, com médico próprio dando consulta grátis no consultório da Associação, 3 vezes por semana; e inspeccionará rigorosa e obrigatòriamente todos os sócios e empregados da Associação. Para isso temos já no nosso consultório um aparelho de radioscopia, e montaremos um serviço de análises em que estas fiquem a preços acessíveis a todos os associados.

Isto é um resumo do que é a A. E. I. S. T.

E é por isso, que propomos a fusão das 2 Associações: pois se a Associação recentemente formada, pode ser útil para nós pelo apoio moral dos mais velhos, por outro lado oferecemos a todos eles o fruto do nosso trabalho ainda jóvem e toda a nossa Organização.

Esperamos pois que todos os sócios da «Associação dos Amigos e Antigos Alunos do I. S. T.» se inscrevam automàticamente na A. I. E. S. T., e que uma íntima colaboração, diga-se mesmo, unidade, passe a existir entre as duas Associações.

DO ENGENHEIRO E SUA DEFINIÇÃO

C. D. 331:62:34

Do Sr. Engenheiro P. Celestino da Costa recebemos a carta que a seguir publicamos:

Ex.mo Senhor Director da Revista «Técnica»

Venho pedir o favor, que desde já muito agradeço, de permitir a publicação dos seguintes esclarecimentos ao meu artigo «Do Engenheiro e sua definição», esclarecimentos estes provocados pela carta do Sr. Arquitecto Keil do Amaral, que tanto apreciei:

1.º — Em nenhum ponto do meu artigo se diz que «o arquitecto não se apoia na Ciência nem na Técnica» ou que «as formas que o arquitecto cria são pròpriamente objectos e não estruturas». Qualquer destas frases, creio bem que as devemos levar à conta da sã e risonha imaginação com que a ironia presenteou o Sr. Arq. Keil do Amaral, para empregar a sua própria expressão (apenas ligeiramente alterada).

As frases em referência apliquei-as tão sòmente ao artista plástico, que não se apoiava na Ciência e na Técnica, e cujas formas eram objectos e não estruturas; creio bem que ninguém terá deixado de compreender que me referia ao pintor e ao escultor. Deste modo, não posso deixar de lastimar que numa revista da categoria da «Técnica» se tenha perdido tanto espaço a demonstrar que as construções antigas eram estruturas — quando isso é a evidência mesma.

2.º — A definição de Arquitectura como a arte de construir edifícios nas proporções e regras determinadas, encontra-se, por exemplo, no grande Larousse, como se encontra também na Enciclopédia Portuguesa. A Enciclopédia Britânica define o arquitecto como aquele que projecta edifícios e diz que o fim da arquitectura é combinar o plano, massas e pormenores da estrutura de modo a emprestar-lhe todo o interesse, beleza, grandeza, unidade e poder... sem sacrifício da conveniência.

3.º — Não basta que um profissional nos diga que procura atingir fins utilitários para que esses fins sejam, de facto, atingidos. Os egípcios podiam também dizer, ao construirem as suas monumentais pirâmides, que visavam o fim utilitário... de dar sepultura aos faraós.

4.º — Não creio que seja para duvidar que os arquitectos ou, preferìvelmente, os construtores da antiguidade se baseassem na ciência e na técnica que tinham ao seu dispor. Sabemos, porém, quão reduzida era essa ciência e perguntamos, apenas, se os actuais arquitectos se baseiam na Ciência e na Técnica que têm *hoje* ao seu dispor; se se baseiam na física e na matemática de hoje para construirem fontes monumentais e as típicas casas de habitação com floreiras e beirados.

5.º — A dificuldade que o Sr. Keil do Amaral experimenta em compreender a minha ideia de que a forma e a expressão se podem atingir por processos inteiramente diversos dos que caracterizam a arte do arquitecto, merece bem, ao que julgo, uma transcrição, embora truncada, do artigo de Freyssinet que eu citei no meu artigo. Faço notar que o hangar de Orly é citado, juntamente com a Torre Eiffel, como das melhores obras de arquitectura da actualidade.

> «Considero que uma construção industrial não «é um facto arquitectural senão na medida em «que constitui uma obra de arte, exprime ideias «ou faz nascer emoções. Ora, as coisas de arte «não me são familiares ... Não tenho aplicado «o meu espírito senão na pesquisa das proprie«dades dos materiais e das formas que se lhes «pode dar e no aperfeiçoamento das suas con«dições e meios de emprego... É nos hangares «de Orly que uma aproximação entre a ausên«cia de intenções artísticas e o poder dos efeitos «obtidos é mais chocante ... Esforcei-me, mais «talvez do que para nenhuma das minhas obras, «por baixar ao mínimo as despezas de cons«trução. Após longas tentativas, cheguei a com«binar formas nunca empregadas até então, «susceptíveis de serem realizadas por meios «mecânicos e com pouca mão de obra, formas «tais que uma ampla solidez do edifício está «perfeitamente assegurada à custa dum fraco «dispêndio de materiais. Não procurava mais e «nem um segundo sequer pensei nos efeitos «artísticos possíveis. Ora, eles são evidentes... «Como é que uma tal emoção, de ordem ùni«camente moral, pode resultar da aplicação de «meios mecânicos a fins exclusivamente utili«tários? ....
> «Suponhamos que conhecemos exactamente «todas as condições de utilização a que deve «satisfazer uma determinada construção; os «esforços, as deformações, as causas de deslo«camento ou de ruina que pode ter que supor«tar. Que uma inteligência dotada de ilimitado «poder de invenção, conhecendo todas as pro«priedades da matéria e das formas e dispondo «dos meios técnicos infalíveis para determinar «em cada ponto todos os efeitos de qualquer «mudança das condições físicas, fosse capaz «de conceber todas as soluções satisfatórias de «um problema assim posto. Que entre estas, «ela saberia escolher a solução mais perfeita, «a qual satisfazendo harmoniosamente ao con«junto das condições técnicas, apenas exigisse «para a sua realização o mínimo esforço

«humano. Esta solução seria necessária e única. «Se pudesse ser realizada, nós seriamos tão «sensíveis à sua perfeição como a qualquer «outra perfeição sobrehumana ... Estamos «extraordinàriamente afastados das condições «do ideal técnico. Podemos contudo tentar «aproximar-mos à custa de um esforço enér-«gico e obstinado ...

6.º — Creio que também vale a pena transcrever alguns trechos do artigo de Caquot, por mim citado também :

«... Os salários são proporcionais, em todo o «mundo, à quantidade de energia de que «dispõem as nações. A América dispõe de «5 vezes mais energia do que a França, e os «salários americanos são 5 vezes mais altos... «É porque o progresso técnico não é aplicado «em França desde há 30 anos, que o operário «francês não ganha hoje senão um salário cor-«respondente a 91 % do que ganhava em 1914. «A responsabilidade de uma tal situação cabe «ao regime financeiro ..... «Estes problemas (os da produção de azoto) «são simples e é de pasmar a ignorância das «pessoas que dirigindo o nosso País, não se «dão conta imediatamente da sua solução..... «Actualmente, com os métodos usados... diri-«gimo-nos para uma crise de desemprego sem «precedentes. O que resulta simplesmente da «circunstância de sermos conduzidos por con-«tabilistas...

7.º — O fenómeno da irrupção da engenharia (ou o advento da tecnologia, ou a era maquinista — como outros preferem chamar-lhe) é coisa demasiado séria e importante para estar sujeita a conceitos obsoletos e noções destituídas de sentido. O domínio da Natureza que o engenheiro tem vindo a conseguir num grau simplesmente espantoso e todas as consequências que resultam do facto fundamental de poder o homem criar estruturas artificiais utilitárias que lhe elevam o nível de vida material e mental (desde que a Engenharia não tenha que se submeter a princípios contrários à sua natureza) — todo o apetrechamento de uma civilização (que dele já se não separa, nem dispensa) tem sido gradualmente conseguido pelo desenvolvimento do mundo racional e lógico e não, pròpriamente, visando fins de beleza.

Por muitas que possam ser as razões para assim suceder bastará citar uma, que não é, aliás, a principal : a extrema falibilidade da noção de beleza, noção esta à qual se o homem-engenheiro tivesse que se submeter nos obrigaria a todos nós, ainda hoje, a vivermos provàvelmente na idade da pedra lascada (embora com a vantagem de podermos estar rodeados de lascas muito belas).

Inúmeros factos comprovam essa falibilidade e talvez convenha relembrar alguns: os arquitectos de Luís XIV tentando, por motivos estéticos, destruir a Notre-Dame, hoje considerada tão bela; numerosos artistas assinando a petição para a demolição da torre Eiffel, uma das estruturas mais impressionantes que jàmais se construiu; o facto inaudito das construções gregas e romanas terem estado à vista, durante séculos, para só em dada altura passarem a ser consideradas monumentos de beleza; um artista como Le Corbusier jurando a si mesmo não tirar o curso de arquitectura (que não tirou) e classificando de impostores os que, como Vignola, procuraram extrair regras de beleza dos monumentos da antiguidade.

Uma técnica de importância vital como a engenharia, compreende-se que não possa apoiar-se nem submeter-se a conceitos da maior falibilidade. E se esta verdade, aliás tão simples, pudesse ser compreendida, de-certo não estaríamos a assistir à resolução de problemas de tanto interesse e importância por meio de processos tão rudimentares como falíveis.

É um facto extremamente fácil de comprovar serem as obras saídas das mãos do engenheiro baratas, acessíveis e de alcance geral. Nos tempos presentes, o custo da casa ocupa ainda uma percentagem elevadíssima nas despesas mensais do indivíduo ou da família. A casa é, hoje ainda, e de muito longe, a obra mais cara — por habitante. Ora é de toda a evidência que ainda se não conseguiu, nesse tipo especial de estrutura que se chama a casa de habitação (ou o edifício), aquele nível de eficiência, acessibilidade e barateza que, cada vez mais, caracteriza as outras obras de engenharia. E, infelizmente, uma das hipóteses explicativas mais provàvelmente verdadeiras é exactamente a da permanência de uma atitude mental — a do arquitecto — em inteira oposição com as condições do ideal técnico. Este não se atinge com preocupações (e muito menos com presunções) de beleza, mas, nem por isso deixa de ser a procura de uma perfeição, como Freyssinet o nota; perfeição esta que é uma noção absolutamente concreta e precisa, mensurável até — embora muito difícil de atingir.

O ideal arquitectónico (manejo de volumes de materiais e de mão de obra em quantidades e proporções suficientes para se obterem determinados efeitos artísticos) é o oposto do ideal técnico (obtenção do volume mínimo, com o mínimo dispêndio de forças humanas). Por isso, não admira muito quando ao profissional formado na procura do ideal arquitectónico, lhe é dado resolver problemas da técnica da engenharia, se possam obter resultados desastrosos, de baixo do ponto de vista do ideal técnico.

A introdução do arquitecto na resolução de problemas de carácter utilitário é, desde que a Engenharia se constituiu em técnica e em ciência, um dos erros mais perigosos que se podem cometer — a menos, bem entendido, que se dê a esse arquitecto uma preparação essencialmente igual à do engenheiro e a menos que se esteja, como estamos, num período transitório — que pode, contudo, não acabar...

Aquela Arquitectura que se introduz no domínio da Engenharia com a preocupação da obra bela e não da obra perfeita; a preocupação do efeito e não da finalidade; a leviandade das soluções; a semi-ciência da

resolução dos problemas; o uso e abuso de substituir o dado técnico e científico pelo fácil, mas mais falível critério da sensibilidade ou agrado pessoal — toda essa Arquitectura, podemos nós verificar (e sem cavar rugas na testa) que não passa de uma simples arte mágica, que a Engenharia substitui com a mesma vantagem com que a química substituiu a alquimia e a astronomia a astrologia.

Perante a falência do ideal arquitectónico, em relação às condições do mundo moderno, a Arquitectura seguiu o único caminho vital que lhe era possível: confundir-se com a Engenharia. E é fácil de ver que obras das mais representativas daquilo a que, hoje, se chama arquitectura moderna — como o hangar de Orly ou o edifício Corbusier, em Marselha — são, na realidade, *puras* obras de engenharia — como o navio, o caminho de ferro ou a barragem. É ainda fácil de ver que, dentro de certos limites, as condições de utilização das obras técnicas tendem a aproximar-se de tipos standards, de grande generalização (navio, comboio, edifício racional), ao passo que o aperfeiçoamento e invenção das estruturas, seu cálculo, seus materiais e sua construção, se apresentam cada vez mais complexos e difíceis num campo, sempre fecundo, de progressos técnicos a realizar.

Ao tratarmos do problema da definição do engenheiro abstraimos, completamente, das condições em que actualmente se coloca, entre nós, o problema do engenheiro em face do arquitecto e vice-versa. Isso não condiciona uma definição, digamos universal, do engenheiro e da engenharia. Mas sobre esse assunto, julgamos poder dizer o seguinte: já ouvimos arquitectos lastimarem a minoria que constituem em relação aos numerosos engenheiros existentes, como já ouvimos engenheiros lastimarem não terem ainda tirado partido do facto de constituirem uma imensa maioria. Não nos parece que a questão deva ser posta assim; parece-nos muito mais eficiente verificar se essas percentagens relativas não correspondem, realmente, às percentagens de obras utilitárias e não utilitárias que um país, como o nosso, pode comportar (e entre as que exigem eficiência e economia e as que as podem dispensar). Sem dúvida que a noção da obra utilitária se pode, por vezes, prestar a dúvidas. Contudo, é inteiramente preferível manejar uma noção difícil mas verdadeira, que insistir num sem número de conceitos obsoletos, juízos falsos, interesses disfarçados e não sei que mais, que vem sempre à baila quando se aflora a questão.

.....

Creio que não é incorrecto dizer-se terem a pintura e escultura modernas cortado, há muito, com cânones de beleza e entrado, com avidez, no campo da pura liberdade de formas e de expressões. Dir-se-ia que o homem procura, assim, no campo da irracionalidade e da fantasia, a compensação natural da subordinação ao racional e ao lógico, a que já não pode deixar de estar inexoràvelmente submetido, ao resolver os seus problemas utilitários.

Até que ponto poderão resultar, de aqui, uma nova pintura e decoração da estrutura artificial utilitária? Há um facto que parece de grande alcance e significado: é que tudo parece tender como que para uma especialização, e não mistura, de funções, permitindo o aparecimento da obra técnica, em toda a sua verdade estrutural. Porventura, sob essa verdade, virá a cair o realmente diáfano manto da fantasia — e não o opaco, pretencioso e pesadíssimo manto da chamada Arquitectura. Resultado este que não deferirá, essencialmente, do que se tem verificado nos domínios da engenharia mecânica e naval, por exemplo. Mas é possível, talvez, ir mais além ainda: em todos os campos da engenharia há fundas raízes na arte e na técnica de projectar e construir obras para serem utilizadas pelo homem; não parece haver razões intrínsecas para impedir esse mesmo homem de imprimir na obra técnica o cunho de uma arte pessoal que não altere nem condicione o sentido, o significado, a eficiência e a estrutura da obra técnica. Algo que possa encontrar motivos de ensinamento no que fazem os pescadores pintando os seus barcos, de forma tão singela como alegre e sedutora.

Não será o sr. Keil do Amaral o único recalcitrante de toda uma maneira de ver mais futura que presente, mas não menos verdadeira e actual.

E para quebrar um pouco a má impressão que deve ter produzido, toda aquela sua fantasiosa cena de prestidigitação, eu permito-me ir em seu auxílio e fazer-lhe a vontade de uma sorte realmente de carácter mágico. Que é a seguinte: a Arquitectura nasceu sob os signos da Morte e da Escravatura: pirâmides, dolmens, mastabas, etc. Os signos da vida e da liberdade permitem e exigem o aparecimento da Engenharia...

Finalmente, não posso deixar de recomendar a todos quantos ainda se possam interessar pelo assunto, a leitura do livro «A Arquitectura e a Vida», do Sr. Arq.º Keil do Amaral. Embora, evidentemente, não seja essa a intenção, pode verificar-se, através de uma literatura muito agradável (embora de estilo prestidigitador), toda a história do nascimento, glória e morte do ideal arquitectónico. As palavras com que o livro termina são, porém as mais edificantes: a Arquitectura, «espelho portentoso onde se reflectirão as mil e mil facetas da vida da Humanidade». Ora: a ponte, a estrada, o avião, a central eléctrica, o automóvel, a antena e o posto emissor, a fábrica e o armazém, a barragem e os canais de rega, o navio e o porto, o edifício racional e a cidade lógica — todo o domínio da acção da Engenharia — é tudo isto que reflecte, hoje, as mil e mil facetas da vida da Humanidade. Ou, por outras palavras: a Engenharia (a das estruturas aparentes, pelo menos), é que constitui a verdadeira arquitectura actual, num sentido em que a palavra talvez possa ter comum aceitação.

Pedindo desculpa do precioso espaço ocupado peço a V. Ex.ª que aceite os protestos da minha mais elevada consideração e subscrevo-me

De V. Ex.ª
Mt.º Atenciosamente

P. Celestino da Costa

Lisboa, Outubro de 1949.

BIBLIOTECA

PUBLICAÇÕES

Todas as publicações aqui indicadas, são pertença da Biblioteca da A. E. I. S. T. e podem ser consultadas a partir desta data.

Pedimos a todos os sócios da Associação, que possuem requisitados, livros ou revistas da nossa Biblioteca o favor de os entregar o mais ràpidamente possível.

C. D. 54:66=2

Chemistry for Engineering students

Por R. HUM, B. Sc., A. R. I. C.
Editor C. Griffin & C° — 1948
London, 1948 — 831 págs.

Diz-se que este livro é destinado a estudantes de química aplicada, para uso em escolas técnicas; diz-se mais que é um livro «à maneira antiga», ou seja um livro de texto de química aplicada coordenada com a teoria.

Quanto a nós, trata-se de um livro essencialmente descritivo, com referências a técnicas e indústrias, que em geral se limitam a algumas linhas ou páginas. Pode, na verdade, ser útil como guia para não especialistas ou para uso em escolas industriais. Mas não é, de modo algum, um livro aproveitável em cursos de engenharia química.

Tem muito bom aspecto gráfico; é bastante completo quanto a química inorgânica, mas não se compreende que dedique apenas 43 páginas à química dos compostos orgânicos do carbono, de entre as 830 que o livro contém. Sob este aspecto é, realmente, um livro «à maneira antiga».

C. D. 547.416

Kinetic Studies on the chloramines

I. The rates of formation of Monochloramine, N. chlormethylamine and N. chlordimethylamine

Por IRA WEIL e J. CARREL MORRIS
Editor Harvard University
1948-49 — 7 págs.

C. D. 624.131:656.71 (73-Logan)

Soil Mechanics in the design and Construction of the Leogan Airport

Por A. CASAGRANDE
Editor Harvard University
29 págs., n.° 467
Série n.° 33 da Mecânica dos Solos — 1948-49

C. D. 517.544

Identities in the theory of conformal Mapping

Por P. R. GARABEDIAN e M. SCHIFFER
Editor Harvard University
51 págs., n.° 470 — 1948-49

C. D. 621-347

Graphical Determination of the transfer function loci for servomechanism components and systems

Por C. H. THOMAS e E. C. EASTON
Editor Harvard University
1948-49 — N.° 468, 8 págs., 12 figs.

C. D. 62 (06) (42)

The B. E. A. to-day

Aims and Activities of the British Engineers'Association

Edit. da British Engineers'Association
Londres, Verão de 1949 — 59 págs.

C. D. 620.174:691.32

O Problema da Viriticação das tensões nas vigas de Betão armado sob a acção de cargas repetidas

Por DANIEL MARIA VIEIRA BARBOSA
Edição do autor
Porto, 1949 — 106 pág., 149 figs. em lâminas

C. D. 31 + 33 + 38 (469)

Alguns aspectos da economia Portuguesa

Demografia; Poder de Compra; Necessidades e Disponibilidades alimentares; Comércio externo e Balança de Pagamentos

Volume I
Por DANIEL MARIA VIEIRA BARBOSA
Edição Lello & Irmão
Porto, 1949 — 255 págs.

C. D. 368.4

A B C do Seguro Social

Edição da
D. I. C. I., Federação das Caixas de Previdência
Lisboa, 1949 — 127 págs.

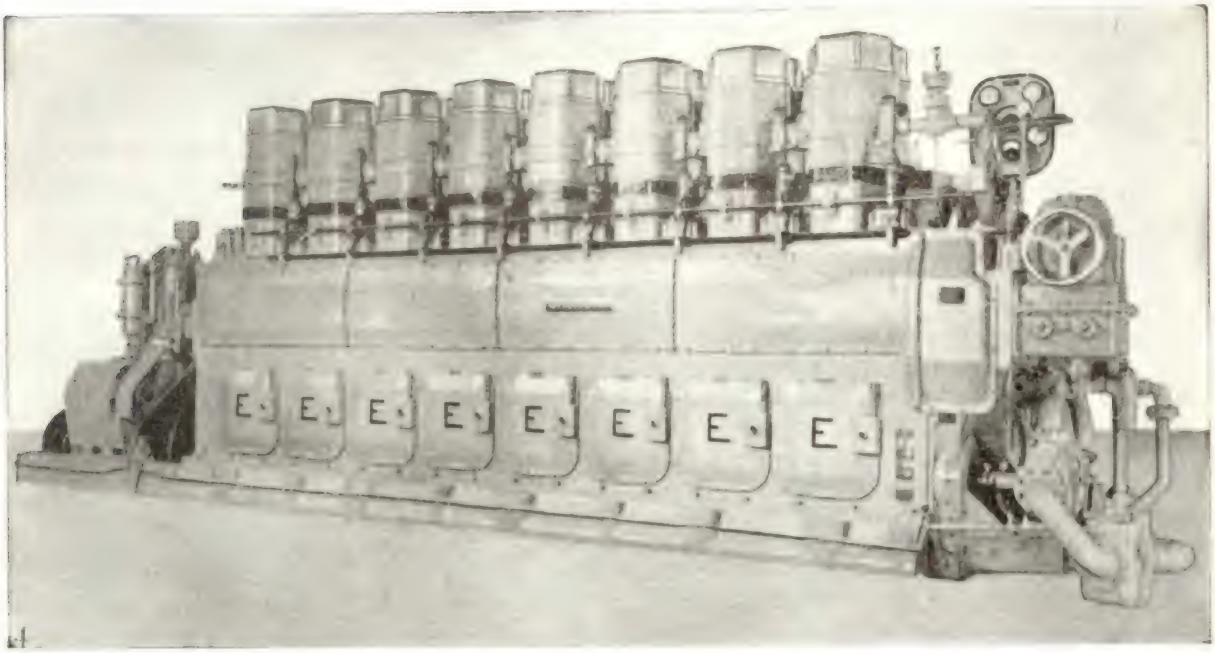
C. D. 627.82 (469)

Barrage de Belver sur le Tage

(fotografias e esquemas)
Segundo o projecto de M. Alfred Stucky
Itália, Setembro de 1949

ENTERPRISE

ENGINE & FOUNDRY COMPANY — U. S. A.



MOTORES DIESEL MARÍTIMOS — MOTORES DIESEL ESTACIONÁRIOS

GRUPOS DIESEL-GERADOR

45 a 2100 HP **200 a 850 RPM** **3 a 8 cilindros**

- Bloco de cilindros fundido numa só peça.
- Base fundida numa só peça.
- Camisas em contacto directo com a água.
- Cabeças de cilindro individuais.
- Cambota em aço forjado.
- Tirantes em aço forjado, Tipo marítimo.
- Bombas de injecção individuais.
- Válvulas em aço « SILICHROME »
- Lubrificação forçada.
- Balanceiros com sistema hidráulico para eleminação de folga.
- Válvula de arranque em todos os cilindros.
- Com ou sem sobre-alimentação.

CONSTRUÇÃO ROBUSTA — SERVIÇO CONTÍNUO — ECONOMIA

REPRESENTANTES:

• TERMO-MECANICA •

LIMITADA

AVENIDA ALMIRANTE REIS, 247, 1.º **LISBOA**

PUBLICAÇÕES PERIÓDICAS

C. D. 016:1/9=2

British Boock News

INGLATERRA

A Guide to Books Published in the Dommonwealt and Impire

Publicado pelo British Council — Preço 1 S. 3 D.

N.º 109, Set. de 1949

C. D. 31:621.316

Estatística das Instalações eléctricas em Portugal

PORTUGAL

Publicado pelo Ministério da Economia
Direcção-Geral dos Serviços Eléctricos

2.º volume

REVISTAS

		C. D.
Aeroplane (The), n.os 1998 a 2002	Inglaterra	629.13
Aircraft Engineering, n.º 248	Inglaterra	629.13
Alfa, n.os 53 a 54	Espanha	62+66/69
Anais do Club Militar Naval, Jan.-Março, 1949	Portugal	623
Arcos, n.º 114	Bélgica	621.79.052
Arquitecto Constructor (El), n.º 689	Argentina	72
Arquitectura, n.º 30, Abril-Maio, 1949	Portugal	72
Asea-Revue, n.os 2-3, 1949	Suécia	621.3
Boletim da Junta Nacional da Cortiça, n.º 130	Portugal	634.985.5
Boletim Mensal do Comissariado do Desemprego, Julho-Agosto de 1949	Portugal	368.4
Boletim Mensal de Informação do Laboratório de Engenharia Civil, n.º 5, 8-949	Portugal	025.45:016:62+66/69
Britain to-day, n.º 160	Inglaterra	(05) (42)
Brotéria, Fasc. 4, 1949	Portugal	1/3+7/8
Bulletin du Congrés des Chemins de Fer, n.º 10, 1949	Bélgica	385
Cemento y Hormigón, n.º 186	Espanha	666.9
Ciencia y Tecnica, n.º 567	Argentina	62+66/69
Compressed Air Magazine, n.º 9, 1949	E. U. A.	621.5
Dyna, n.º 9, 1949	Espanha	62+66/69
Engenharia, n.º 8, Jan.-Fev., 1949	Portugal	62+66/69
Engenheiro Westinghouse (O), Outubro, 1949	E. U. A.	621.3
Engineering, n.os 4364 a 4369	Inglaterra	62+66/69
Engineers' Digest, n.º 10, Out., 1949	Inglaterra	62+66/69
Estudos (C. A. D. C.) Junho-Julho, n.os 278-279	Portugal	1/2+8
Excavating Engineer, Set, 1949	E. U. A.	624.13
Gazeta dos Caminhos de Ferro, n.os 1483 e 1484	Portugal	385
Gil Vicente, n.os 7 e 8, 1949	Portugal	1/3+7/8
Índice Cultural Espanñol, n.os 42 e 43	Espanha	016:1/9 (46)
Indústria Portuguesa, n.º 258 (Agosto) e n.º 259 (Setembro)	Portugal	62+66/69
Ingenieria (La), n.º 891,	Argentina	62+66/69
I. T. Information, n.º 56, 30-9-949	Portugal	659.2
Máquinas e Metais, Setembro, 1949	Portugal	621.9+546.3
Mensário das Casas do Povo (S. N. I.), n.º 40	Portugal	(05) (061)
Oie, n.º 36	Espanha	3 (46)
Ossature Metalique, n.º 10, 1949	Bélgica	624.014
Rádio Jornal, n.º 1, Agosto, 1949	Brasil	621.396-7
Revista de Caminos, n.os 4, 5, 6, 1949	Chile	625
Revista de Obras Públicas, n.º 2814	Espanha	624/628
Revista da Ordem dos Engenheiros, n.os 68, 69	Portugal	62+66/69
Revista do Sindicato Nacional dos Engenheiros Auxiliares e Agentes Técnicos de Engenharia, n.os 39-40, 41-42 e 43-44	Portugal	62+66/69
Revue Brown Boveri, n.os 5-6, 1949	Suíça	621.3
Revue Technique Sulzer, n.º 2, 1949	Suíça	621.3
Seara Nova, n.os 1132-1135	Portugal	3+7/8
Universidad de San Carlos, vol. X e XI, 1948	Guatemala	378 (062)

Fábrica Nacional de Condutores Eléctricos, L.da

VENDA NOVA — AMADORA

•

CONDUTORES ELÉCTRICOS

C E L

Fabricados pela indústria nacional segundo as Normas de segurança das instalações de Baixa Tensão

•

CONCESSIONÁRIOS GERAIS:

SODIL — Sociedade Distribuidora, L.da

R. NOVA DA TRINDADE, 15-C

LISBOA

FICHEIRO

Sob esta rubrica, figuram só as fichas dos artigos que nos mereceram maior atenção e estão contidos nas revistas recebidas nesta Biblioteca.

Ensino

C. D. 378.1

El ingeniero y la enseñanza de la ingeniería — *William H. Carson.*

Ciencia y Tecnica, 9-949, vol. 113, n.º 567, pags. 177/185.

Mecânica dos fluidos

C. D. 532.595+621.646.94

Chaminés de equilíbrio — *L. Escande.*

Revista da Ordem dos Engenheiros, Setembro 949, n.º 69, págs. 499/528.

Física melecular e atómica

C. D. 539.6

Fuerzas moleculares en los liquidos — *Daniel Marti Calvo.*

Alfa, 949, n.º 53-54, págs. 24/33.

Química analítica

C. D. 543/545:547

Los Quelatos en analysis Químico — *F. J. Aguiar Bartolone.*

Alfa, 949, n.º 53-54, págs. 39/48.

Organização industrial

C. D. 62.00.8

Introdução à Psicologia Industrial—*Manuel Silva Lopes.*

Indústria Portuguesa, 9-949, n.º 259, págs. 569/573.

Máquinas de ensaios

C. D. 620.15

Difraccion de los rayos X en los metales — *Eduardo R. Abril.*

Ciencia y Tecnica, 9-949, vol. 113, n.º 567, págs. 129/150.

Este trabalho destina-se a engenheiros e estudantes de engenharia e tem por fim divulgar as bases fundamentais da aplicação dos métodos da defracção com raios X em metalografia.

Electrotecnia geral

C. D. 621.313.13-181.4

Sur la construction des petits moteurs – *S. Hopfenwieser.*

Révue Brown-Boveri, Maio-Junho 949, n.º 5/6, págs. 160/167.

C. D. 621.314.65

Redresseurs à cuve métallique ventilée—*Birger Ziefver.*

Asea-Revue, Março-Maio, 949, n.º 2-3, págs. 23/46.

Les derniéres annés, les redresseurs à vapeur de mercure refroidis par circulation d'eau, ont fait place, de plus em plus, aux redresseurs à cuve métalique ventilée.

Les article expose les principes de construction et de fabrication des redresseurs Asea.

Radiotecnia

C. D. 621.396.621.55

Receptor Neutrodino.

Rádio jornal, Agosto 949, n.º 1, págs. 3/4.

Energia pneumática

C. D. 621.512-53

Les réglage du débit dans les compresseurs à piston— *O. Walti.*

Révue Technique Sulzet, 949, n.º 2, págs. 13/24.

Le réglage du débit dans les compresseurs à piston peut s'éffectuer par des moyens divers, dont le choix est dicté par les conditions et les exigences de l'explotation.

Le article examine en détail le systéme de réglage dynamique mis au point nouvellement par Sulzer Fréres.

Metalização

C. D. 621.793

Los recubrimientos metálicos por proyección y sus aplicaciones en la lucha contra la corrosión y el desgate — *Roberto J. Marimon.*

Dyna, 9-949, n.º 9, págs. 331/346.

Publicam secções de bibliografia técnica as seguintes revistas recebidas na nossa Biblioteca:

CIENCIA Y TECNICA
REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS
DYNA
CEMENTO Y HORMIGON
REVISTA DA ORDEM DOS ENGENHEIROS
ALFA
BULLETIN DU CONGRÈS DES CHEMINS DE FER
L'OSSATURE MÉTALIQUE
AIRCRAFT ENGINEERING
AGROS
BOLETIM DA JUNTA NACIONAL DA CORTIÇA
BROTÉRIA
ARQUITECTURA PORTUGUESA
THE AEROPLANE
REVISTA DE CAMIÑOS
LA INGENIERIA